

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI
FAKULTA TEXTILNÍ

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

LIBEREC 2012/2013

VERONIKA BŘÍZOVÁ

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI
FAKULTA TEXTILNÍ



Studijní program: B3107 Textil

Studijní obor: 3106R002-90 Chemická technologie textilní

POROVNÁNÍ SMĚSI PES/PLA A 100% PES
V PODMÍNKÁCH AUTOMOBILOVÉHO
PRŮMYSLU

COMPARING PES/PLA BLEND AND 100 % PES
IN CONDITIONS OF AUTOMOTIVE INDUSTRY

Veronika Břízová

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Jana Čandová

Rozsah práce:

Počet stran textu ...67

Počet obrázků25

Počet tabulek34

Počet grafů.....9

Zadání bakalářské práce

(vložit originál)

Prohlášení

Byl(a) jsem seznámen(a) s tím, že na mou bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, zejména § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci (TUL) nezasahuje do mých autorských práv užitím mé bakalářské práce pro vnitřní potřebu TUL.

Užiji-li bakalářskou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědom povinnosti informovat o této skutečnosti TUL; v tomto případě má TUL právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Bakalářskou práci jsem vypracoval(a) samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím bakalářské práce a konzultantem.

Datum

Podpis

PODĚKOVÁNÍ

Ráda bych poděkovala Ing. Janě Čandové za vedení mé bakalářské práce, dále pak Ing. Daně Sušické, Ing. Petře Apltauerové a Ing. Martinu Vildovi za pomoc s experimentální částí, odborné konzultace a cenné rady, které mi pomohly k řešení problematiky na dané téma.

ANOTACE

Teoretická část práce obsahuje stručný popis PES a PLA vláken (výroba, vlastnosti, použití v automobilovém průmyslu), dále pak jejich barvení disperzními barvivy. Zahrnuje též základní pojmy z oblasti světla a barevnosti, na které pak navazují stálosti vybarvení, především stálosti na světle.

V praktické části jsou pak detailněji popsány používané materiály, receptury pro vybarvení a postupy samotného barvení. Tyto obarvené materiály byly v další části porovnávány měřením barevnosti, testováním světlostálosti a mechanickými zkouškami.

KLÍČOVÁ SLOVA:

Polyesterová vlákna, kyselina polymléčná, disperzní barviva, kukuřičná vlákna, obnovitelné zdroje, barevnost, CIElab, metamerie, světlostálost, modrá stupnice, šedá stupnice, Xenotest, FAKRA, Suede, Martin Dale

ANNOTATION

The theoretical part of the thesis contains a brief description of PES and PLA fibres (manufacturing, properties, use in the automotive industry), as well as their dyeing with disperse dyes. The work also covers basics of light and colour, which is followed by colour fastness, mainly by colour fastness to light.

In the practical part, the fabrics, matching recipes and dyeing processes are described in detail. The dyed fabrics were compared by colour measuring, light fastness testing and mechanical tests.

KEY WORDS:

Polyester fibres, polylactic acid, disperse dyes, corn fibres, renewable sources, colour, CIElab, metamerism, light fastness, blue scale, grey scale, Xenotest, FAKRA, Suede, Martin Dale

Obsah

ÚVOD	9
TEORETICKÁ ČÁST	10
1. Polyesterová vlákna	10
1.1 Historie polyesteru.....	10
1.2 Struktura a výroba polyesterových vláken	10
1.2.1 Modifikace polyesteru	12
1.3 Vlastnosti polyesteru	13
1.4 Použití polyesterových textilií v automobilovém průmyslu.....	14
1.4.1 Bezpečnostní pásy.....	14
1.4.2 Automobilový interiér.....	14
2. Corn fiber	15
2.1 Co je to corn fiber?	15
2.2 Výroba PLA.....	15
2.3 Vlastnosti vláken	16
2.4 Použití PLA vláken.....	17
3. Disperzní barviva	17
3.1 Azobarviva	17
3.2 Antrachinonová barviva	18
3.3 Specifika barvení disperzními barvivy	18
3.4 Barvení polyesteru disperzními barvivy (vytahovací způsob)	18
3.5 Barvení PLA vláken	19
4. Světlo a barevnost	20
4.1 Světlo z fyzikálního hlediska.....	20
4.2 Barevnost.....	21
4.2.1 Barevný systém CIElab	21
4.2.2. Vnímání barev.....	22

4.2.3 Metamerie	23
4.2.4 Měření barevnosti	23
5. Stálosti vybarvení.....	25
5.1 Stálobarevnost na světle	25
5.1.2 Hodnocení stálostí vybarvení na světle	25
5.1.3 Testy světlostálostí využívaných pro textilní automobilový interiér	26
EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST	28
1. Popis materiálu.....	28
1.1 Suede	28
1.2 Suede bio	29
2. Barvení	30
2.1 Příprava receptur	30
2.2 Příprava roztoků	31
2.3 Příprava barvicích lázní	32
2.4 Technologie barvení	35
2.4.1 Klasická technologie barvení	35
2.4.2 Barvení při 120 °C	36
2.5 Redukční čištění	36
2.6 Step dyeing	37
3. Měření barevnosti.....	38
4. Testování světlostálostí dle normy ISO 105-B06:2004	39
4.1 Vznik normy	39
4.2 Příprava vzorků k testování:	39
4.2 Průběh a parametry testování	40
5. Mechanické zkoušky.....	41
5.1 Martindale.....	41
5.1.1 Průběh zkoušky.....	42

5.2 Tahové vlastnosti plošných textilií	42
5.2.1 Průběh zkoušky	42
6. Výsledky experimentální části	44
6.1 Porovnání barevnosti	44
6.2 Step dyeing	49
6.3 Stálosti na světle	51
6.3.1 Testování na 1 cyklus	51
6.3.2 Testování na 3 a 5 cyklů	55
6.4 Mechanické zkoušky	62
6.4.1 Martindale	62
6.4.2 Metoda Strip	62
ZÁVĚR	65

ÚVOD

Tato práce se zabývá barvením a následným testováním světlostálostí polyesterových textilií, které jsou stěžejním materiálem pro automobilový průmysl. Přestože automobilový interiér neoplývá širokou škálou barev, jako třeba oděvy nebo domácí textil, nároky na barevné odchylky a stálosti jsou velice vysoké.

Tato práce vznikla ve spolupráci s firmou Huntsman CoE Liberec a firmou Johnson Controls Fabrics Strakonice, která mi poskytla námět a materiál. Práce se věnuje porovnání dvou vlasových osnovních pletenin (Suede a Suede bio), které se používají pro výrobu potahů autosedaček. Tyto pleteniny se liší v materiálu, ze kterého jsou vyrobeny. Suede je 100% polyester a Suede bio je vyrobeno z kopolymeru, jehož složení je 70 % PES a 30 % PLA. (polylactic acid).

Porovnání těchto textilií spočívá v obarvení stejnou škálou odstínů při standardní teplotě (135 °C) a následným změřením barevnosti. Další test barvení Suede bio proběhl při 120 °C, protože tato teplota je obecně doporučena pro modifikovaná polyesterová vlákna.

Následně se tato práce zabývá zkouškou světlostálostí na obarveném materiálu a mechanickými zkouškami (odolnost plošných textilií metodou Martindale a tahových vlastností textilií). Tyto testy jsou využívány v automobilovém průmyslu, a tudíž pro tuto práci velmi přínosné.

TEORETICKÁ ČÁST

1. Polyesterová vlákna

1.1 Historie polyesteru

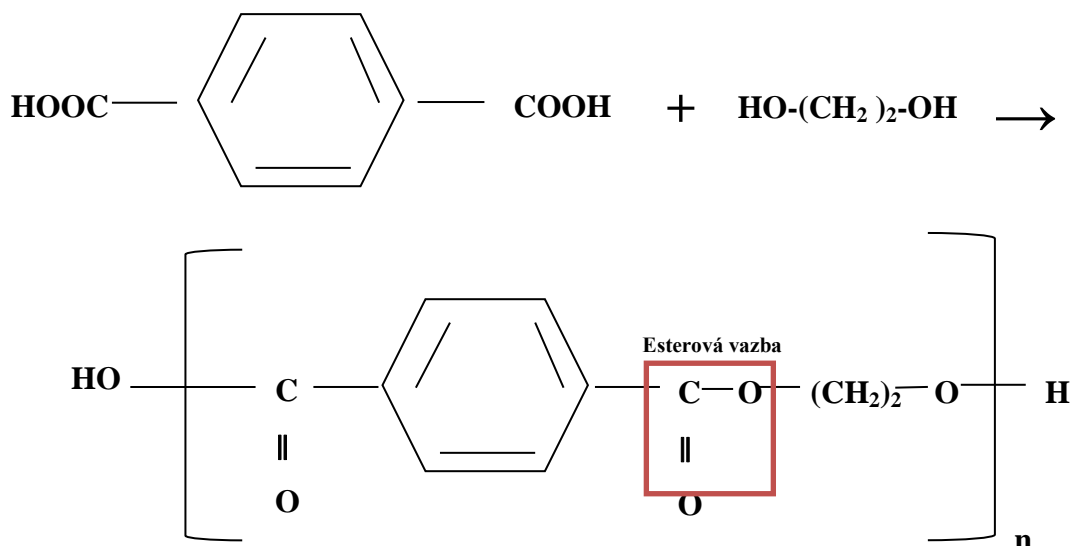
Byl to W. H. Carothers, který právě pracoval pro firmu DuPont, který objevil, že se kombinací alkoholů a karboxylových kyselin dají vyrábět vlákna. Ve stejné době, kdy Carothers objevil nylon, polyester ustoupil do pozadí. Carotherův nekompletní výzkum nepokročil, a tak později získali patent britští chemikové, John Rex Whinfield a James Tennant Dickson. V roce 1941 patentovali polyethylentereftalát, což je základ polyesterových vláken. Whinfield a Dickson spolu s dalšími vědci také vytvořili první polyesterové vlákno s názvem Terylene v roce 1941 a další jménem Dacron v roce 1946, za kterým stála firma Dupont. [1]

V roce 1958 bylo vyvinuto firmou Eastman Chemical Products, Inc. další polyesterové vlákno s názvem Kodel. Polyesterový trh se nadále zvětšoval. Díky odolnosti a nízké ceně se začalo objevovat plno malých továren na výrobu těchto vláken, mnoho z nich i na místě starých benzínových stanic. Produkce polyesteru i nadále rostla až do 70. let 20. století, kdy prodeje rapidně klesly díky nechvalně známému a nepohodlnému polyesterovému úpletu. [1]

V dnešní době je polyester znám hlavně jako levné vlákno, ačkoli se vyrábějí i jeho dražší a luxusnější formy, jako je třeba polyesterové mikrovlákno.

1.2 Struktura a výroba polyesterových vláken

Polyestery jsou polymery, v jejichž hlavním řetězci se opakuje esterová skupina. Klasická polyesterová vlákna, též nazývaná polyethylentereftalát (PET), se vyrábějí polykondenzací (esterifikací) kyseliny tereftalové a ethylenglykolu. Katalyzovaná polykondenzace se provádí při teplotě 270-290 °C ve vakuu. [2, 3]



Obrázek 1 - rovnice reakce vzniku PET [2,3]

Dnes se více než 70 až 75 % polyesteru vyrábí kontinuální polymerací pomocí čistěné kyseliny tereftalové a monoethylenglykolu. Starší proces se nazývá dávkovaný (batch) proces, při kterém se používal dimethyltereftalát a monoethylenglykol. [4]

Nejprve dochází k esterifikaci, při které vzniká monomer. Poté probíhá katalyzovaná polykondenzace při 270-300 °C za úplného vakua, kdy monomer zreaguje do finální podoby polymeru (PET). Tento polymer je vyroben buď ve formě husté viskózní kapaliny, nebo je extrudován do odlévacího žlábků, kde polymer ztuhne a je nařezán na menší části. [5]

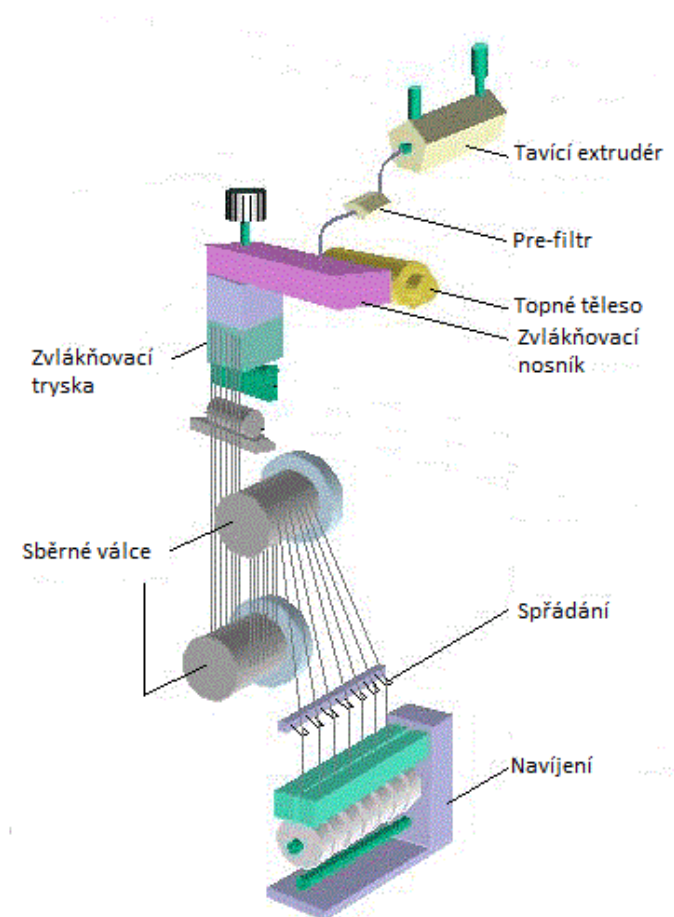
Výrobu polyesterových vláken (filamentů) můžeme popsat v těchto základních krocích: [2]

1. Tavení a zvlákňování: Kapalina nebo kousky polymeru jsou vloženy do tavicího zásobníku zvlákňovacího stroje, polymer je vytlačen ze zvlákňovacích trysek, která má několik otvorů, a poté je okamžitě zpevněn proudem chladného suchého vzduchu. Zvlákňování probíhá rychlostí 400-1500 m/min, vlákno je smrštivé a prakticky amorfní. Matuje se TiO_2 .

2. Dloužení: Vlákno se v tomto procesu zkrystalizuje, zorientuje a prodlouží na asi pětinasobek své délky. Provádí se ve vodě při teplotě 70-90 °C, výsledkem je fibrilární struktura. Vlákno se pak musí zafixovat, aby nedocházelo k jeho srážení a stabilizovala se jeho struktura.

Výroba staplových PES vláken:

Polyesterová staplová vlákna jsou vhodná pro směsování s bavlnou, viskózou, vlnou a jinými vlákny. PES je zvlákňován a dloužen stejně jako při výrobě nekonečných vláken. Tyto vlákna jsou posléze nařezána na konvertoru na určitou délku vhodnou do směsi. [5]



Obrázek 2 – Výroba nekonečných polyesterových vláken [6]

1.2.1 Modifikace polyesteru

Zlepšení vlastností klasického polyesteru můžeme provést modifikacemi a to buď zásahem do molekulární struktury, nebo mechanickým zásahem do výroby (např. dloužením). Modifikovaná jsou například vlákna bikomponentní, vlákna s vysokou pevností, profilovaná vlákna, která dodávají lesk a elasticitu, mikrovlákná, hygroskopická vlákna (navlhavost nad 10 %), vlákna se sníženou vznětlivostí, antibakteriální vlákna s příměsí stříbra atd.

1.3 Vlastnosti polyesteru

Význam polyesterových vláken v oblasti oděvního průmyslu, bytového textilu a technických textilií je založen na následujících výhodách:

- příznivé a široce modifikovatelné fyzické vlastnosti
- chemické vlastnosti, které polyesteru propůjčují mnohé využití
- snadná tvarovatelnost
- komfortní vlastnosti
- snadná dostupnost surovin [7]

Polyester má velmi malou navlhavost (0,3-0,5 %), díky níž dochází k velmi rychlému sušení. V UV záření dochází k jeho fotodegradaci (300 nm). Je odolný vůči zředěným kyselinám, avšak koncentrovaná kyselina sírová působí rozklad a silná alkálie hydrolýzu. Je to dobrý elektrický izolant silně náchylný k tvorbě elektrostatického náboje. [2]

Základní charakteristiky polyesterových vláken:

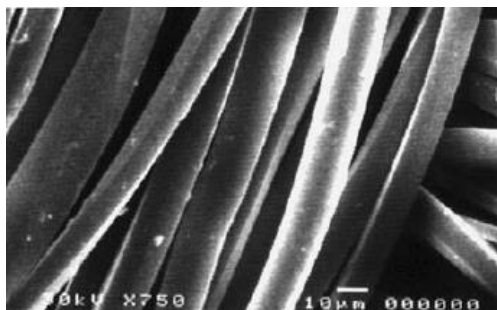
Hustota: 1,22-1,38 g/cm³

Pevnost: až do 85 cN/tex

Teplota tání: 249-288 °C

Teplota zesklenní: 60-90 °C [1]

K dalším jeho vynikajícím vlastnostem patří odolnost vůči srážení, zmačkání, oděru, tvarová stálost a snadné čištění. [1]



Obrázek 3 – Polyesterová vlákna pod elektronovým mikroskopem [8]

1.4 Použití polyesterových textilií v automobilovém průmyslu

Polyester je nejpoužívanější vlákno pro výrobu textilií v automobilovém průmyslu. Používá se pro výrobu řady automobilových textilních prvků, jako jsou například bezpečnostní pásy, stropní a boční panely, podlahové krytiny, automobilové sedačky atd.

1.4.1 Bezpečnostní pásy

Pro výrobu bezpečnostních pásů je polyester používán hlavně díky své pevnosti, nízké roztažnosti, vysoké tuhosti a vyšší odolnosti vůči UV degradaci oproti ostatním syntetickým vláknům. Bezpečnostní pás musí mít zátěžovou kapacitu až do 1500 kg, nízkou hmotnost, roztažnost 25-30 %, musí být odolný vůči oděru, teplu a světlu. [9]

1.4.2 Automobilový interiér

Požadavky na automobilový interiér jsou obzvlášť vysoké. Jsou to například hezký vzhled, pohodlí, snadná údržba, vysoká trvanlivost, odolnost vůči mačkání, skvrnám, pronikání vody, antistatické vlastnosti, minimální emise, nehořlavost a nízké náklady. [9]

Hlavní kritéria, na které je nutno se zaměřit při výrobě textilií v automobilovém průmyslu, jsou pevnost v tahu, odolnost vůči oděru, prodyšnost, pružnost, stálost na světle a tepelná odolnost, snadné čištění, rozměrová stabilita, nehořlavost, stanovení kondenzovatelných látek tzv. fogging. [9]

2. Corn fiber

2.1 Co je to corn fiber?

„Corn fiber“ též nazýváno jako PLA (z angl. polylactic acid) vlákno, je biologicky rozložitelné vlákno, vyráběné z obnovitelných zdrojů – ne z ropy. [10]

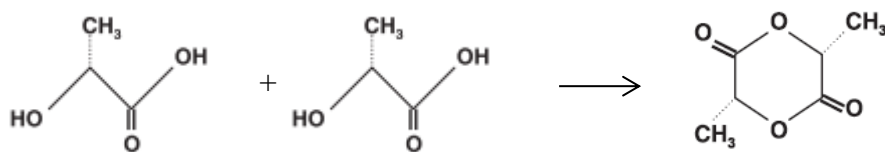
Tato vlákna poprvé představila v roce 2003 společnost Cargill Dow LCC (dnes NatureWorks LLC) s názvem INGENIO™ jako jediné syntetické vlákno 100% vyráběné z obnovitelných zdrojů jako je např. kukuřice. [10]

2.2 Výroba PLA

INGENIO™ vlákna jsou vyráběné z dextrózy. Jako první byla v Severní Americe použita kukuřice, protože je to ekonomicky nejvýhodnější zdroj rostlinných škrobů. NatureWorks LLC používá méně než 0,05 % z celkové roční produkce kukuřice, takže to nemá žádný vliv na ceny a dodávky potravin. Proces výroby PLA nevyžaduje pouze kukuřici jako zdroj cukrů, může to být například i cukrová řepa, cukrová třtina, pšenice atd. [11]

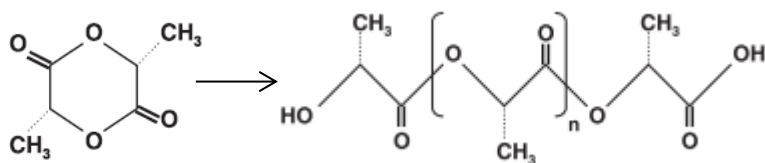
Pro získání konečného produktu kukuřice projde jednoduchým procesem, při kterém se získají rostlinné cukry. Tyto cukry jsou fermentované v procesu podobném výrobě jogurtu. Poté jsou fermentační produkty transformovány do polymeru kyselina polymléčná, který je označen jako NatureWorks™. [11]

Výroba PLA z kyseliny mléčné probíhá přes meziprodukt dimer zvaný laktid, což je cyklický ester tvořený 2 molekulami kyseliny mléčné. [12]

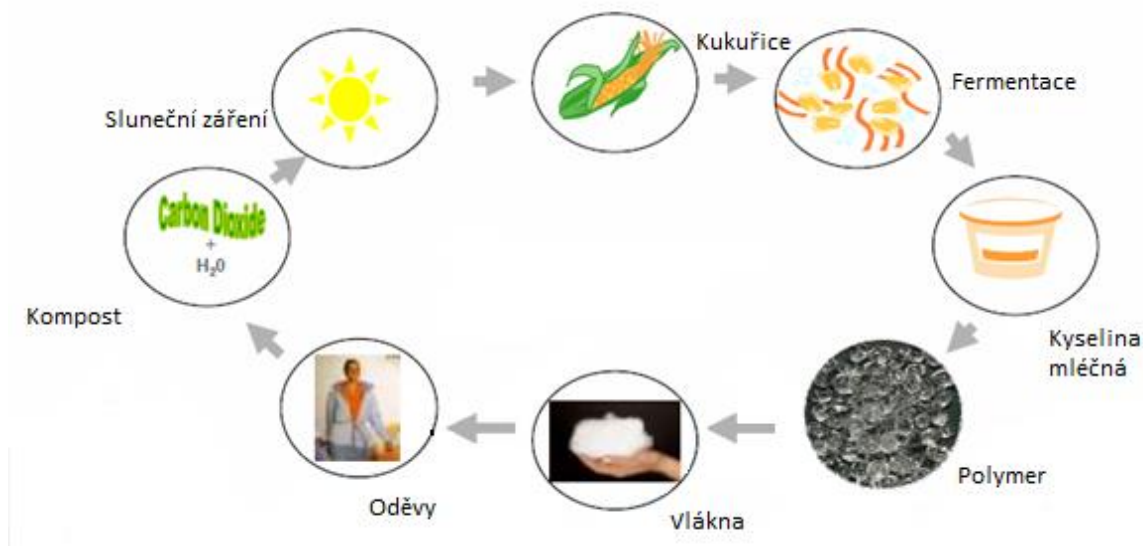


Obrázek 4 - Rovnice reakce vzniku laktidu [12]

Poté probíhá polymerace za tepla otevíráním kruhu laktidu, čímž vzniká výsledný produkt k výrobě vláken PLA. [12]



Obrázek 5 - Rovnice reakce vzniku PLA [12]



Obrázek 6 - Proces výroby PLA vláken [10]

Proces výroby PLA vláken je v podstatě stejný jako výroba PES vláken, až na nižší bod tání polymeru.

2.3 Vlastnosti vláken

V porovnání s PES vlákny PLA vlákna jsou méně hydrofobní, mají nižší hustotu ($1,25 \text{ g/m}^3$), jsou málo ovlivnitelné UV zářením, jsou lesklá a mají nízký bod tání ($170 \text{ }^\circ\text{C}$). Dále mají lepší odvod vlhkosti, navlhavost 0,4-0,6 %, nižší hořlavost, vyšší zotavení po napětí, vyšší odolnost vůči zmačkání. [13]

Výhody PLA vláken:

- vlákna nejsou vyráběná z ropy
- přirozeně recyklovatelné a neznečišťují životní prostředí
- nevznikají mono-oxidy dusíku při spalování
- hedvábný lesk a hladký dojem
- fyzikální vlastnosti a zpracovatelnost jsou odpovídající ostatním syntetickým vláknům [13]

2.4 Použití PLA vláken

PLA vlákna se používají v oděvnictví, bytovém textilu a v netkaných textiliích hlavně pro snadnou údržbu, hypoalergenost, přirozenou odolnost vůči skvrnám, odolnost vůči zápachu a dobré tepelně-regulační vlastnosti. [14]

Výrobou 10 000 sportovních funkčních triček z IngeoTM vláken místo polyesteru by se ušetřilo množství fosilního paliva rovnající se 540 galonům benzínu a skleníkových plynů rovnajících se emisím které vzniknou po 11 500 mílech jízdy auta. [14]

PLA se nepoužívají jen v textilním průmyslu ale i mnoha jiných odvětvích spotřebního zboží jako jsou například plastové láhve, plastové platební karty, potravinové a jiné obaly, skládané kartony, plastové nádoby a jiné. [14]

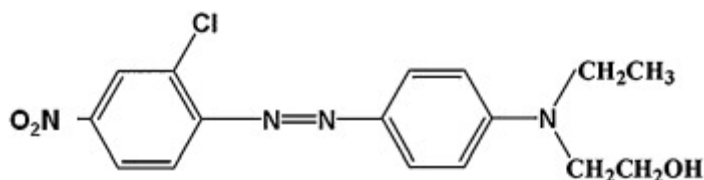
3. Disperzní barviva

Disperzní barviva jsou jako jediná vhodná pro plnohodnotné vybarvení polyesteru a jiná hydrofobní vlákna. Disperzní barviva jsou jen minimálně rozpustná ve vodě za vysoké teploty, avšak dobře rozpustná právě v hydrofobních vláknech. Převážná většina disperzních barviv spadá pod dvě chemické skupiny barviv, a to jsou azobarviva a antrachinonová barviva. [16]

K udržení vodné disperze jsou při přípravě disperzních barviv používány dispergátory. Zvyšují „rozpustnost“ barviv tím, že rozptylují jejich molekuly do svých micel. Dispergátory se přidávají do barvicí lázně a kromě toho jsou obsaženy v obchodní formě barviv. Přidávají již při mletí k tzv. pigmentům barviv ve vysoké dávce (30-60 %) výsledné směsi. [16]

3.1 Azobarviva

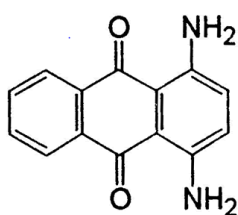
Chromoforem této skupiny barviv je azoskupina $-N=N-$. Disperzní barviva se vyskytují výhradně jako monoazobarviva (jen s jednou azoskupinou). Pro všechna azobarviva je typický snadný redukční rozklad azoskupiny za vzniku hydrazosloučenin $-NH-NH-$, které se navzájem redukují na aminoskupiny. Tento rozklad provázeno většinou úplným odbarvením. Pro odbarvování se většinou používá dithioničitam sodný. Redukční rozklad azoskupiny může způsobit barvení v alkalickém prostředí. [16]



Obrázek 7 – Příklad azobarviva: Ostacetový šarlat E-G [16]

3.2 Antrachinonová barviva

Základem antrachinonových barviv je antrachinon. Antrachinonová barviva jsou vedle azobarviv nejrozšířenější skupinou disperzních barviv. [16]



Obrázek 8 – Příklad antrachinonového barviva: Ostacetová violeť PR [16]

3.3 Specifika barvení disperzními barvivy

Do suspenze barvicí lázně se přidávají kromě dispergátorů chemikálie pro nastavení slabě kyselého prostředí, přenašeče a difúzní prostředky pro barvení, smáčecí prostředky. Jak už bylo uvedeno, většina disperzních azobarviv podléhá redukčnímu rozkladu. Redukční rozklad se zrychluje v alkalickém prostředí proto se pH barvicí lázně nastavuje do slabě kyselé oblasti. [16]

3.4 Barvení polyesteru disperzními barvivy (vytahovací způsob)

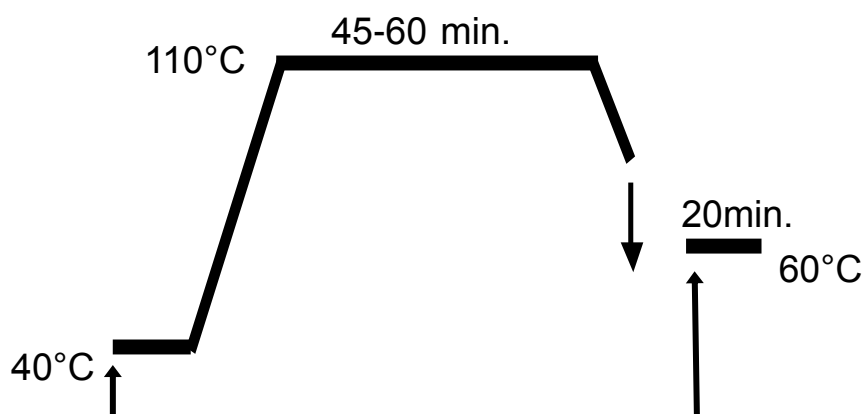
Vysoká krystalinita polyesterového vlákna a jeho téměř nulová bobtnavost ve vodných lázních jsou vedle vynikající pružnosti a pevnosti i příčinou vysoké aktivační energie barvení a nejpomalejší difúze barviv ve vlákne ze všech barvicích soustav. Polyester se většinou barví při teplotě 130-135 °C, 30-60 minut podle odstínu vybarvení. [16]

U středních a velmi sytých odstínů se po barvení uplatňuje alkalicko-redukční praní pro odstranění nevázaného barviva, které má i další pozitivní důsledky, např. zmýdelňuje níže zmíněné oligomery. Tato redukční lázeň musí obsahovat redukční prostředek (např. dithioničitan sodný), hydroxid sodný a tenzid. V této lázni se polyester po barvení a opláchnutí pere při teplotě 70-80 °C po dobu nejméně 20 minut. [16]

Polyesterová vlákna obsahují až 4 % cyklických oligomerů, z nichž je nejvíce zastoupen cyklický trimer. Jsou ve vodě velmi málo rozpustné a tato rozpustnost se prudce zvyšuje s teplotou. Oligomery jsou postupně extrahovány z polymeru do lázně a při závěrečném ochlazování dojde k jejich vysrážení z lázně na vlákno a stěny aparátů. Tyto oligomery což mohou mít za následky zvýšení drsnosti povrchu a oděr pracovních částí strojů. Zabránit vzniku oligomerů můžeme vypouštěním horké lázně, redukčním čištěním, přidávkem rozpouštědel oligomerů do barvicích lázní. [16]

3.5 Barvení PLA vláken

PLA vlákna se barví disperzními barvivy jako vlákna polyesterová. Technologie barvení je velice podobná až na teplotu barvení. Při barvení PLA vláken si musíme dávat pozor na nízkou teplotu tání polymeru (170 °C), proto se obvykle barví při 100-110 °C. Redukční čištění také probíhá za menší teploty a to při 60 °C. Pro barvení PLA vláken se tedy doporučuje tato technologie: [13,15]



A:	X % disperzních barviv	B:	1 g/l hydrogenuhličitanu sodného
	1 g/l dispergačního prostředku		1 g/l tenzidu
	1 g/l síranu amonného		2 g/l dithioničitanu sodného
	pH 5 s kyselinou mravenčí		pH 8 - 8,5

Tepelné úpravy PLA vláken mohou probíhat při max. teplotě 130 °C po dobu 30 s. [15]

4. Světlo a barevnost

4.1 Světlo z fyzikálního hlediska

Světlo můžeme považovat jak za vlnění, tak za proud částic (fotonů). Tato dualita je dána tím, že světlo má jak vlnové, tak částicové vlastnosti. Vlnové vlastnosti se projevují např. zákonem odrazu a lomu na rozhraní dvou prostředí. Částicové vlastnosti pak tím, že energie v elektromagnetické vlně není rozdělena spojitě, nýbrž do takzvaných shluků neboli kvant. Foton pak tedy můžeme chápat jako kvantum elektromagnetické energie, s nulovou klidovou hmotností. [17]

Tuto energii pak můžeme vyjádřit Planckovou rovnicí [3]:

$$E [J] = h \cdot \nu = h \cdot \frac{c}{\lambda}$$

h – Planckova konstanta [$6,6 \cdot 10^{-34}$ Js]

ν – frekvence světla [s^{-1}]

c – rychlost světla ve vakuu [$3 \cdot 10^8$ ms $^{-1}$]

λ – vlnová délka [m]

Světlo není jediné záření z elektromagnetického spektra, avšak je jediné viditelné. Pohybuje se v rozmezí vlnových délek 380-760 nm, kdy nejkratší vlnovou délku má světlo fialové a nejdelší světlo červené. Kratší vlnové délky než viditelná oblast spektra mají pak záření ultrafialové, rentgenové a záření gama, delší pak infračervené záření, mikrovlny a nejdelší radiové vlny. [17]

Absorbovaná vlnová délka [nm]	Spektrální barva	Doplňková barva
pod 380	UV – záření	Není vnímána
380 – 435	Fialová	Zelenožlutá
435 – 480	Modrá	Žlutá
480 – 490	Zelenomodrá	Oranžová
490 – 500	Modrozelená	Červená
500 – 560	Zelená	Purpurová
560 – 580	zelenožlutá	Fialová
580 – 595	Žlutá	Modrá
595 – 605	Oranžová	Zelenomodrá
605 – 730	Červená	Modrozelená
730 – 780	Purpurová	Zelená
nad 760	IR – záření	Není vnímána

Tabulka 1 - Spektrální rozdělení absorbovaných a doplňkových barev podle vlnové délky [3]

Pokud se světelné záření dopadající na předmět zcela odrazí, pak se nám barva předmětu jeví bílá a naopak pokud se záření zcela absorbuje, pak se projeví jako barva černá.

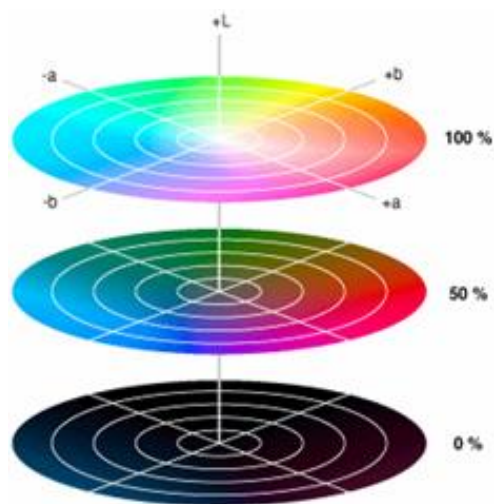
Sluneční světlo vnímáme jako bílé, což je následkem toho, že je složeno ze spojitého spektra všech barev a intenzita světla je v tomto intervalu vlnových délek přibližně stejná. Jestliže se světlo selektivně absorbuje, pak se zbylé záření bude lidskému oku jevit jako doplňková barva k barvě absorbovaného záření (viz. Tabulka 1). [3,17]

4.2 Barevnost

4.2.1 Barevný systém CIElab

Systém CIELab¹ je třidimenzionální prostor, který je charakterizován třemi navzájem kolmými osami L^* , a^* , b^* . Osa L^* znázorňuje světlost (tmavost) barvy, osy a^* a b^* odstín barvy, kde osa a^* definuje červeno-zelené odstíny a osa b^* žluto-modré. Systém CIELab je podobný způsobu zpracování barevné informace okem. [18]

Kladné hodnoty na ose L^* poukazují na světlejší odstín a záporné pak na tmavší. Na ose a^* pak kladné hodnoty vyjadřují červenější odstín, záporné zelenější a dále kladné hodnoty na ose b^* žlutější odstín a záporné modřejší. [18]

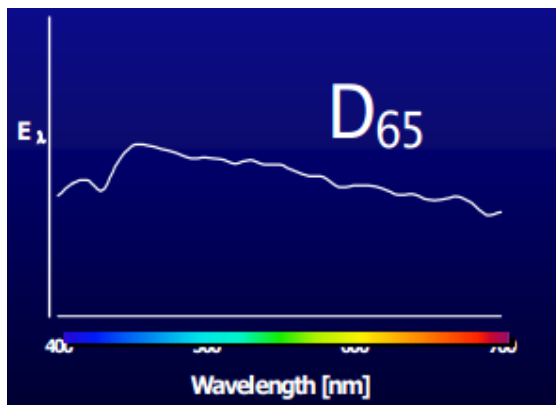


Obrázek 9 – Schematické znázornění barevného systému CIELab [18]

¹ CIE - Commission internationale de l'éclairag (Mezinárodní komise pro osvětlení)

4.2.2. Vnímání barev

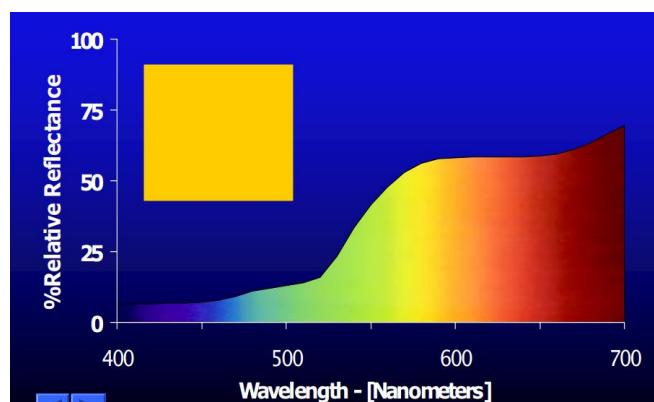
Světelné zdroje jako například sluneční světlo se nám obvykle jeví jako bílé. Jestliže je světlo rozptýleno hranolem, je vidno, že se skládá z vlnových délek viditelné oblasti. Mezi reálným světelným zdrojem a osvětlovacím prvkem existuje určitý rozdíl. Světelný zdroj je reálný fyzický zdroj světla, kdežto osvětlovací prvek lze popsat v grafu, který znázorňuje spektrální charakteristiky různých typů světelných zdrojů (závislost relativní energie na vlnové délce). [19]



Obrázek 10 – Spektrální charakteristiky denního světla [19]

Reálný zdroj světla tedy může být denní světlo nebo wolframové vlákno v žárovce. Oproti tomu osvětlovací prvek může být žárovkové osvětlení A, průměrné denní světlo C, polední denní světlo D65, studená bílá zářivka F2 atd. [19]

Množství odraženého nebo propuštěného světla v každé vlnové délce může být kvantifikováno do spektrální křivky, která vyjadřuje závislost relativní reflektance na vlnové délce. [19]



Obrázek 11 - Spektrální křivka [19]

Barevnost vnímáme díky třem typům čípků v lidském oku, což jsou čípky citlivé na červenou, zelenou a modrou barvu. Ke kvantifikování schopnosti lidského oka vnímat barvy byly prováděny experimenty, kdy se pozorovatel podíval na bílé plátno skrze otvor mající 2° zorné pole. Polovina plátna byla ozařována testovaným světlem. Pozorovatel nastavil intenzitu tří primárních barevných světél, které byly mixovány dohromady na druhou polovinu plátna, dokud nebyly nastaveny stejně jako testované světlo. Tento proces byl opakován pro testované barvy pokrývající celé viditelné spektrum. [19]

V roce 1931 byly pozorováním pod tímto standardním úhlem 2 ° experimentálně odvozeny funkce x, y, z. Tyto funkce kvantifikují citlivost čípků průměrného lidského pozorovatele. V roce 1964 byly tyto experimenty předělány na 10° standardní pozorovací úhel. [19]

4.2.3 Metamerie

Metamerie je jev, kdy barvy s odlišným spektrálním složením, jsou za určitých podmínek vnímány shodně. Takové vzorky označujeme za metamerní. Rozlišujeme metamerii vlivem osvětlení a vlivem pozorovatele. Metamerie vlivem osvětlení nastává tehdy, kdy se dva barevné vzorky pod jedním osvětlením jeví vizuálně stejně, avšak pod jiným se liší. Metamerie vlivem pozorovatele je, když se jednomu pozorovateli zdají dva vzorky shodné, ale druhému nikoli. Metamerii můžeme posuzovat podle indexu metamerie MI. [19]

$$MI = \sqrt{(\Delta L_{z1}^* - \Delta L_{z2}^*)^2 + (\Delta a_{z1}^* - \Delta a_{z2}^*)^2 + (\Delta b_{z1}^* - \Delta b_{z2}^*)^2} \quad [18]$$

dL^* , da^* , db^* - rozdíl mezi příslušnými souřadnicemi dvojice metamerních barev za světelných podmínek z_1 a z_2 .

Metamerní index vyjadřuje barevnou odchylku (dE^*) mezi 2 barevnými vzorky která nastane, změni-li se osvětlení nebo pozorovatel. Vztahuje se ke dvěma konkrétním pozorovacím podmínkám například D65/10 ° a A/10 °. [18]

4.2.4 Měření barevnosti

CIE trichromatické barevné hodnoty X, Y, Z každé barvy jsou získány vynásobením datových hodnot pro světelný zdroj s odrazivostí nebo propustností

předmětu a se standardními pozorovacími funkcemi. Výsledky jsou dále shrnuty pro oblast viditelného spektra. [19]

Přepočet hodnot X, Y, Z na hodnoty L^* , a^* , b^* systému CIELab: [3]

(Pokud X/X_0 , Y/Y_0 , $Z/Z_0 > 0,008856$)

$$L^* = 166 \cdot \left(\frac{Y}{Y_0}\right)^{\frac{1}{3}} - 16$$

$$a^* = 500 \cdot \left[\left(\frac{X}{X_0}\right)^{\frac{1}{3}} - \left(\frac{Y}{Y_0}\right)^{\frac{1}{3}} \right]$$

$$b^* = 200 \cdot \left[\left(\frac{Y}{Y_0}\right)^{\frac{1}{3}} - \left(\frac{Z}{Z_0}\right)^{\frac{1}{3}} \right]$$

Zdroj světla	X_0	Y_0	Z_0
D65	94,84	100,00	107,305
A	101,144	100,00	35,20
TL84	103,863	100,00	65,607
C	97,285	100,00	116,145

Tabulka 2 - Hodnoty pro pozorovací úhel 10° a standardní zdroje světla: [3]

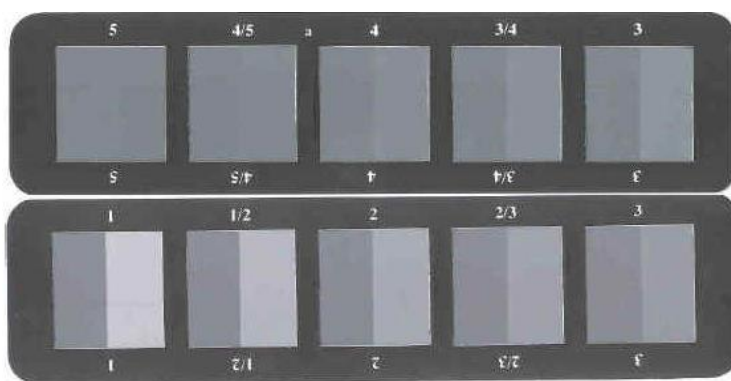
Na měření barevnosti se používají buď kolorimetry, anebo spektrofotometry. Oba využívají zdroj světla k osvětlování měřeného vzorku. U kolorimetru odražené světlo od předmětu projde skrz červený, zelený a modrý skleněný filtr k simulování standardních pozorovacích funkcí pro konkrétní osvětlovací prvek (většinou C). Fotodetektor za každým filtrem zjišťuje množství světla, které projde filtry. Tyto signály jsou pak zobrazeny jako hodnoty X, Y, Z. [19]

Oproti tomu u spektrofotometrů odražené světlo od předmětu dopadne na mřížku, která ho rozloží na spektrum. Spektrum dopadá na řadu diod, která měří množství světla v každé vlnové délce. Tyto spektrální data jsou pak poslána do procesoru, kde jsou vynásobena společně s tabulkovými hodnotami pro vybraný CIE osvětlovací prvek a 2° nebo 10° pozorovací funkcí k získání hodnot X, Y, Z. [19]

5. Stálosti vybarvení

Do stálostí vybarvení patří např. stálosti na světle a v povětrnosti, stálosti v otěru, mokré stálosti, což jsou stálosti v potu, ve vodě a v praní, dále stálosti při žehlení, při chemickém čištění, při bělení atd. [21]

Pro hodnocení stálostí vybarvení se používá šedá stupnice (kromě stálostí na světle). Hodnotí se buď stupeň změny odstínu anebo zapouštění barvy na textilií. Škála obsahuje 5 stupňů včetně půlstupňů, kde 1 je nejhorší a 5 nejlepší. Při hodnocení stupněm 5 se neobjevuje žádný vizuální rozdíl. [21]



Obrázek 12 - Šedá stupnice pro hodnocení změny odstínu [21]

Změna odstínu a zapouštění se přednostně hodnotí vizuálně pomocí výše zmíněných stupnic, ale též i kolorimetricky pomocí spektrofotometru.

5.1 Stálobarevnost na světle

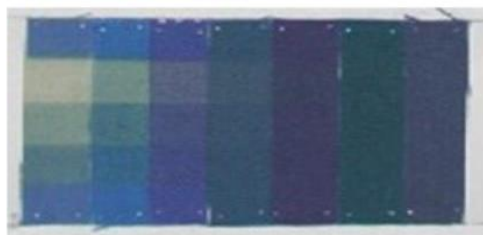
Zkouška stálobarevnosti na světle vychází z normy ISO 105-B02, což je stálobarevnost na umělém světle s xenonovou výbojkou, která představuje denní světlo D65.

Testování probíhá v Xenotestech. Testované vzorky jsou upevněny na kartóny, vloženy do stojanů Xenotestu a z poloviny překryty, tak aby se mohla porovnat ozářená a neozářená část.

5.1.2 Hodnocení stálostí vybarvení na světle

Pro hodnocení stálostí na světle se používá modrá stupnice. Oproti šedé škále má stupňů 8 a pro hodnocení se využívají i půlstupně. Používá se pouze pro hodnocení stálobarevnosti na světle. Je tvořena vlněnými etalony, které jsou osvětlovány spolu se

vzorky. Nejlepší světlostálost má stupeň 8 a nejhorší stupeň 1. Tyto vlněné etalony jsou obarveny kyselými (1-6) a kypovými (7, 8) barvivy. [21]



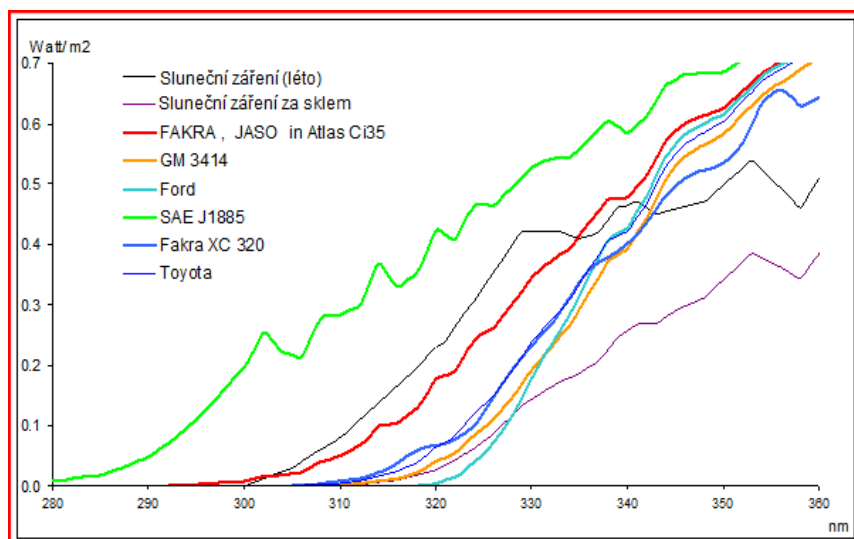
Obrázek 13 - Modrá stupnice po osvětlení [21]

5.1.3 Testy světlostálostí využívaných pro textilní automobilový interiér

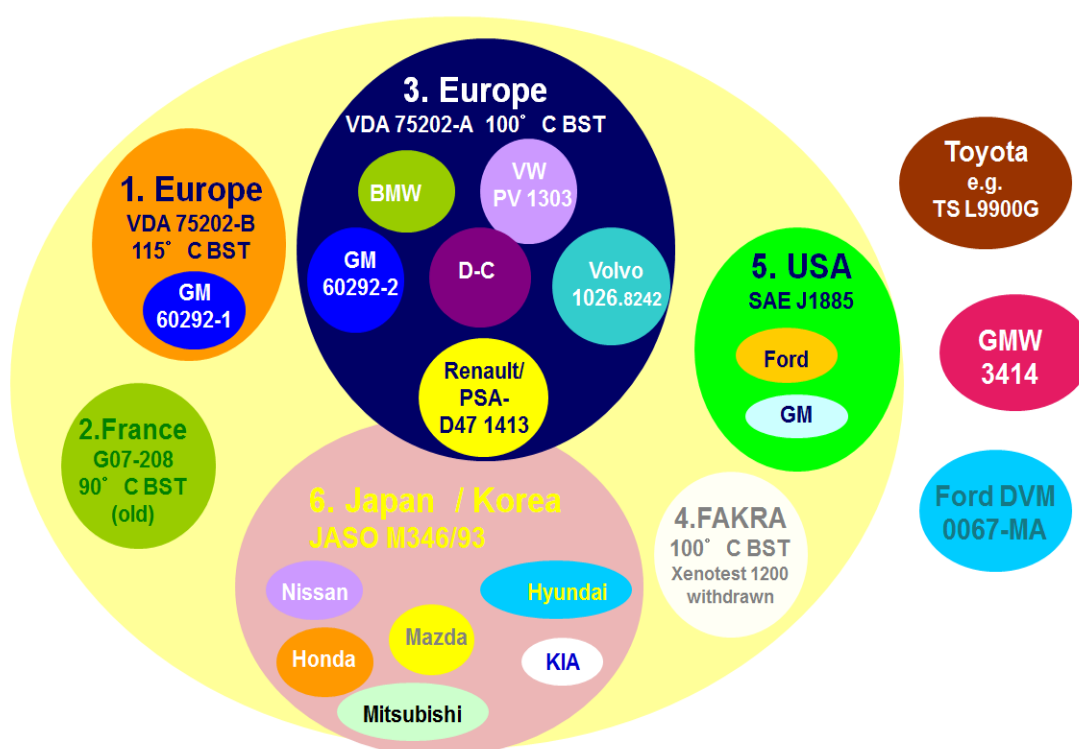
Pro testování světlostálostí v automobilovém průmyslu se využívají odlišné podmínky než při testování standardních světlostálostí. Oproti těmto standardním podmínkám je testování v automotive za vyšších teplot (angl. hot light fastness)

V automobilovém průmyslu existuje mnoho norem, podle kterých se automobilové textilie testují. Požadavky jsou především závislé na automobilce. Patří mezi ně např. ISO 105-B06:2004 (DIN VDA 75202 2A/3A) nazývaná též “FAKRA”. Je to zkouška stálobarevnosti a stárnutí na umělém světle při vysoké teplotě s xenonovou výbojkou.

Kromě této ISO normy existuje ještě mnoho dalších, jako jsou například PV 1303 (Koncern Volkswagen – patří též pod VDA 75202 “FAKRA”), SAE J1885 (USA), PSA D47-1431 (Peugeot, Citroen), Toyota TS L9900G, JASO M346/93 (Japonsko, Korea), GMW 3414 a GME 60 292 (General Motors), FIAT 50421/80 a jiné. Tyto všechny normy se liší v podmínkách testování ať už je to teplota v komoře či černého standardu, intenzita záření (viz obr. 14), nebo vlhkost. Většinu těchto norem může svým rozsahem pokrýt výše zmíněná ISO 105-B06:2004. [22]



Obrázek 14 - Závislost intenzity záření na vlnové délce jednotlivých norem a slunečního záření [22]



Obrázek 15 – Svět normy ISO 105-B06 [22]

EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST

1. Popis materiálu

Pro experimentální část byly použity textilie 100% PES Suede z a tzv. Suede bio, který obsahuje 70 % PES a 30 % PLA. Původní materiál suede (česky semiš) je kůže s vlasovou úpravou, avšak existují alternativy i z jiných materiálů, v našem případě byla použita osnovní pletenina ze syntetických vláken s vlasovou úpravou.

1.1 Suede

Pletenina Suede je vyrobená ze dvou 100% PES přízí, které jsou texturované, s polomatným efektem.

	1. příze	2. příze
Jemnost [dtex]	92±4,6	50±1,5
Pevnost v přetrhu [cN/dtex]	4,0±0,8	4,12±0,6
Prodloužení při přetrhu [%]	30±6	31±3,1
Pružnost [%]	13±2,6	-
Zbytkové kontrakce [%]	7±1,5	11,6±1,74
Obsah oleje [%]	1,5±0,6	0,7±0,28

Tabulka 3 - Vlastnosti použitých přízí pro Suede

Z výše uvedených přízí byla upletena osnovní pletenina, která byla následně počesána pro efekt suede.

Hmotnost [g/bm]	400±40
Plošná hmotnost [g/m²]	250±25
Počet řádků [poč./cm]	25,2±2,5
Počet sloupků [poč./cm]	14,2±1,4

Tabulka 4 - Parametry osnovní pleteniny Suede bio

1.2 Suede bio

Tato směs dvou materiálů byla připravena již ve formě polymeru před samotným tavením a zvlákňováním. Není to tedy směs ze 100% PLA a 100% PES vláken. Na pleteninu byly použity 2 typy přízí. Tyto příze jsou texturované, dloužené a spředené proudem vzduchu.

	1. příze	2. příze
Jemnost [dtex]	83,9±2,5	54,9±1,7
Pevnost v přetrhu [cN/dtex]	4,2±0,53	3,8±0,55
Prodloužení při přetrhu [%]	20,5±6,0	32±15,0
Obsah oleje [%]	1,8±0,5	1,0±0,25
Srážení ve 100°C vodě [%]	5,0±0,7	8,0±1,8

Tabulka 5 - Vlastnosti použitých přízí pro Suede bio

Z těchto přízí byla následně vyrobena osnovní pletenina o stejných parametrech (viz. Tabulka 4) jako u Suede a následně též počesána.

2. Barvení

Materiály byly nastříhány na 5g vzorky připravené k barvení. Pro barvení byly použity disperzní barviva a textilní pomocné přípravky dávkované z roztoků.

2.1 Příprava receptur

Receptury byly připraveny pro vzorování odstínů typických pro automobilový interiér, jako je černý, antracitový, šedý, béžový a hnědý odstín. Byly vyvzorovány tři koncentrační řady vždy od 1 do 8 celkového množství % barviv. První koncentrační řadou bylo typové vybarvení černého odstínu (dle koncentrace vzniká řada odstínů šedá-antracitová-černá). Další dvě trichromatická vybarvení hnědého antracitového odstínu (opět dle koncentrací vznikají řady odstínů béžová-hnědá a šedá-antracitová).

Tabulka 6 - Typové vybarvení

% vybarvení černé barvy	1 %	2 %	3 %	4 %	5 %	6 %	7 %	8 %
-------------------------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Tabulka 7 - Trichromatické vybarvení béžového - hnědého odstínu

celkové % vybarvení	% žluté barvy	% červené barvy	% modré barvy
1 %	0,6 %	0,2 %	0,2 %
2 %	1,2 %	0,4 %	0,4 %
3 %	1,8 %	0,6 %	0,6 %
4 %	2,4 %	0,8 %	0,8 %
5 %	3,0 %	1,0 %	1,0 %
6 %	3,6 %	1,2 %	1,2 %
7 %	4,2 %	1,4 %	1,4 %
8 %	4,8 %	1,6 %	1,6 %

Tabulka 8 - Trichromatické vybarvení šedého - antracitového odstínu

celkové % vybarvení	% žluté barvy	% červené barvy	% modré barvy
1 %	0,3 %	0,2 %	0,5 %
2 %	0,6 %	0,4 %	1,0 %
3 %	0,9 %	0,6 %	1,5 %
4 %	1,2 %	0,8 %	2,0 %
5 %	1,5 %	1,0 %	2,5 %
6 %	1,8 %	1,2 %	3,0 %
7 %	2,1 %	1,4 %	3,5 %
8 %	2,4 %	1,6 %	4,0 %

2.2 Příprava roztoků

Roztoky barev byly nachystány s použitím vah na přípravu roztoků v koncentracích 10 g/l (žlutá, červená a modrá) a 20 g/l (černá). Pro přípravu 0,5 l roztoku bylo naváženo do skleněných lahví o objemu 1 litr 5 g práškové barvy a doplněno 500 ml studené vody v případě koncentrace 10 g/l a pro koncentraci 20 g/l 10 g barvy, která byla doplněna též 500 ml studené vody.

K barvení byly též použity textilní pomocné přípravky, které napomáhají lepšímu konečnému vybarvení, a to smáčecí prostředek, lubrikační prostředek, který chrání vlákna před záhyby, trhlinami a abrazivními skvrnami, egalizační a dispergační prostředek a v neposlední řadě také pufr, který dodá lázni pH 4,5. Tyto roztoky TPP byly připraveny v koncentracích 100 g/l, tzn., byly naředěny v poměru 1:10. Tudíž na přípravu 0,5 l roztoku bylo potřeba 50 ml roztoku koncentrovaného a 450 ml vody.

Připravené roztoky byly promíchány na magnetických míchadlech po dobu alespoň 30 minut.

2.3 Příprava barvicích lázní

Jelikož byl použit poměr lázně 1:10 a 5g vzorky, celkový objem barvicích lázní byl tedy 50 ml. Roztoky barev a textilních pomocných přípravků byly nadávkovány pomocí dávkovače roztoků s automatickou pipetou do 100 ml patron v těchto objemech:

Tabulka 9 - Typové vybarvení

Černá barva (20 g/l)		Smáčecí prostředek		Lubrikační prostředek		Pufr		Egalizační prostředek		Voda
<i>w</i> [%]	<i>V</i> [ml]	<i>c</i> [g/l]	<i>V</i> [ml]	<i>c</i> [g/l]	<i>V</i> [ml]	<i>c</i> [g/l]	<i>V</i> [ml]	<i>c</i> [g/l]	<i>V</i> [ml]	<i>V</i> [ml]
1	2,5	0,5	0,25	0,5	0,25	2,0	1,0	1,5	0,75	45,25
2	5,0	0,5	0,25	0,5	0,25	2,0	1,0	1,5	0,75	42,75
3	7,5	0,5	0,25	0,5	0,25	2,0	1,0	1,5	0,75	40,25
4	10,0	0,5	0,25	0,5	0,25	2,0	1,0	1,5	0,75	37,75
5	12,5	0,5	0,25	0,5	0,25	2,0	1,0	1,5	0,75	35,25
6	15,0	0,5	0,25	0,5	0,25	2,0	1,0	1,5	0,75	32,75
7	17,5	0,5	0,25	0,5	0,25	2,0	1,0	1,5	0,75	30,25
8	20,0	0,5	0,25	0,5	0,25	2,0	1,0	1,5	0,75	27,75

Legenda:

w – celkové množství barviv [%]

V – objem [ml]

c – hmotnostní koncentrace [g/l]

Tabulka 10, 11 - Trichromatické vybarvení béžového - hnědého odstínu

Celkové vybarvení w [%]	Žlutá (10 g/l)		Červená (10 g/l)		Modrá (10 g/l)	
	w [%]	V [ml]	w [%]	V [ml]	w [%]	V [ml]
1 %	0,6	3,0	0,2	1,0	0,2	1,0
2 %	1,2	6,0	0,4	2,0	0,4	2,0
3 %	1,8	9,0	0,6	3,0	0,6	3,0
4 %	2,4	12,0	0,8	4,0	0,8	4,0
5 %	3,0	15,0	1,0	5,0	1,0	5,0
6 %	3,6	18,0	1,2	6,0	1,2	6,0
7 %	4,2	21,0	1,4	7,0	1,4	7,0
8 %	4,8	24,0	1,6	8,0	1,6	8,0

Celkové vybarvení w [%]	Smáčecí prostředek		Lubrikační prostředek		Pufr		Egalizační prostředek		Voda
	c [g/l]	V [ml]	c [g/l]	V [ml]	c [g/l]	V [ml]	c [g/l]	V [ml]	V [ml]
1 %	0,5	0,25	0,5	0,25	2,0	1,0	1,5	0,75	42,75
2 %	0,5	0,25	0,5	0,25	2,0	1,0	1,5	0,75	37,75
3 %	0,5	0,25	0,5	0,25	2,0	1,0	1,5	0,75	32,75
4 %	0,5	0,25	0,5	0,25	2,0	1,0	1,5	0,75	27,75
5 %	0,5	0,25	0,5	0,25	2,0	1,0	1,5	0,75	22,75
6 %	0,5	0,25	0,5	0,25	2,0	1,0	1,5	0,75	17,75
7 %	0,5	0,25	0,5	0,25	2,0	1,0	1,5	0,75	12,75
8 %	0,5	0,25	0,5	0,25	2,0	1,0	1,5	0,75	7,75

Legenda: w – celkové množství barviv [%] V – objem [ml] c – hmotnostní koncentrace [g/l]

Tabulka 12, 13 - Trichromatické vybarvení šedého - antracitového odstínu

Celkové vybarvení w [%]	Žlutá (10 g/l)		Červená (10 g/l)		Modrá (10 g/l)	
	w [%]	V [ml]	w [%]	V [ml]	w [%]	V [ml]
1 %	0,3	1,5	0,2	1,0	0,5	2,5
2 %	0,6	3,0	0,4	2,0	1,0	5,0
3 %	0,9	4,5	0,6	3,0	1,5	7,5
4 %	1,2	6,0	0,8	4,0	2,0	10,0
5 %	1,5	7,5	1,0	5,0	2,5	12,5
6 %	1,8	9,0	1,2	6,0	3,0	15,0
7 %	2,1	10,5	1,4	7,0	3,5	17,5
8 %	2,4	12,0	1,6	8,0	4,0	20,0

Celkové vybarvení w [%]	Smáčecí prostředek		Lubrikační prostředek		Pufr		Egalizační prostředek		Voda
	c [g/l]	V [ml]	c [g/l]	V [ml]	c [g/l]	V [ml]	c [g/l]	V [ml]	V [ml]
1 %	0,5	0,25	0,5	0,25	2,0	1,0	1,5	0,75	42,75
2 %	0,5	0,25	0,5	0,25	2,0	1,0	1,5	0,75	37,75
3 %	0,5	0,25	0,5	0,25	2,0	1,0	1,5	0,75	32,75
4 %	0,5	0,25	0,5	0,25	2,0	1,0	1,5	0,75	27,75
5 %	0,5	0,25	0,5	0,25	2,0	1,0	1,5	0,75	22,75
6 %	0,5	0,25	0,5	0,25	2,0	1,0	1,5	0,75	17,75
7 %	0,5	0,25	0,5	0,25	2,0	1,0	1,5	0,75	12,75
8 %	0,5	0,25	0,5	0,25	2,0	1,0	1,5	0,75	7,75

Legenda: w – celkové množství barviv [%] V – objem [ml] c – hmotnostní koncentrace [g/l]

2.4 Technologie barvení

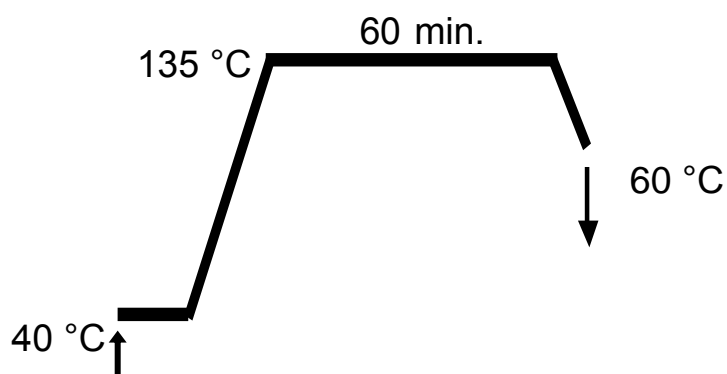
Do nadávkovaných lázní o objemu 50 ml byly vloženy předem nastříhané 5g vzorky. Uzavřené patrony byly upevněny v aparátu zvaném Labomat Mathis a obarveny dvěma technologiemi. Všechny vzorky byly po obarvení vyprány v horké a ve studené vodě a poté redukčně vyčištěny.



Obrázek 16 – Barvicí aparát Labomat Mathis (Huntsman CoE)

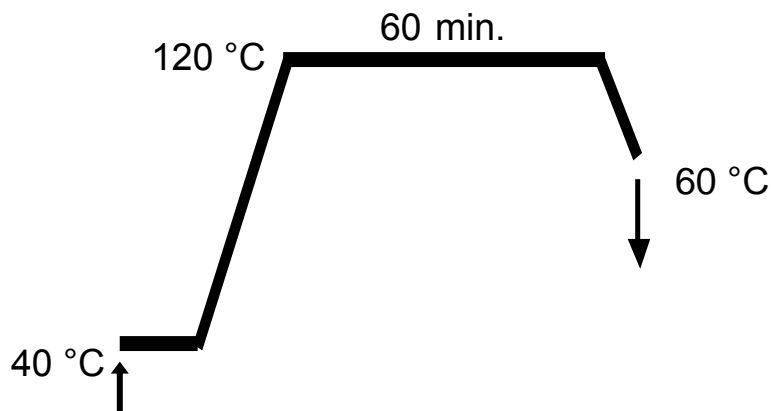
2.4.1 Klasická technologie barvení

V této technologii byly oba dva materiály obarveny klasickou technologií barvení polyesteru, což znamená barvení při 135 °C po dobu 60 minut s gradientem 3 °C/min a poté zchlazení na 60 °C, všemi výše zmíněnými recepturami.



2.4.2 Barvení při 120 °C

Touto technologií byla obarvena pletenina Suede bio všemi recepturami a to při 120 °C s gradientem 3 °C/min po dobu 60 minut.



2.5 Redukční čištění

Po každém barvení následovalo také redukční čištění, čímž se odstraní zbytky nenavázaných barviv a zabrání se vzniku případných oligomerů. Redukční lázeň byla opět dávkována do patron v poměru 1:10, tedy v objemu 50 ml.

Redukční lázeň byla připravena do odměrné baňky s chemikáliemi a TPP o těchto koncentracích:

2 g/l dithioničitan sodný ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$) – redukční prostředek

4 ml/l hydroxid sodný (NaOH 36 °Bé) – alkálie

1 g/l prací prostředek

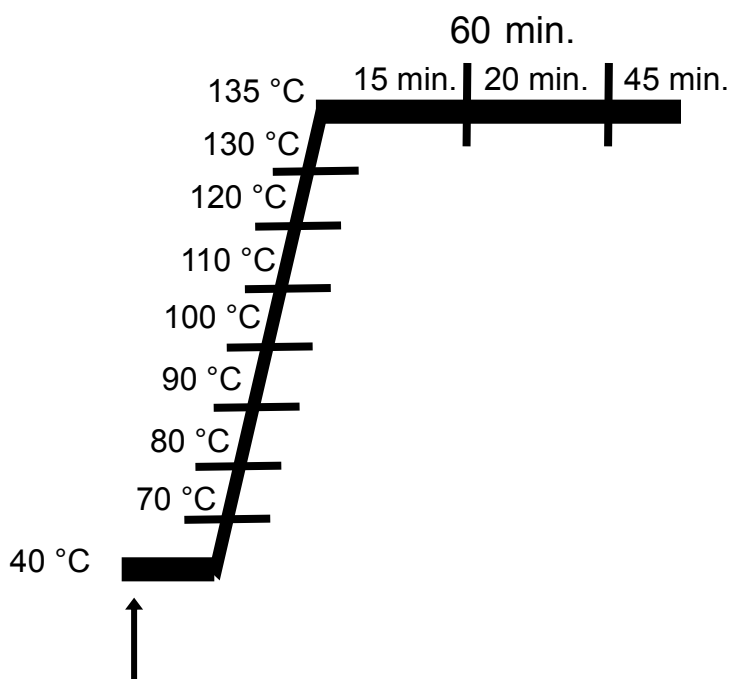
Redukční praní bylo opět provedeno v Labomatu Mathis, při teplotě 70 °C po dobu 20 minut s gradientem 3 °C/min. Poté byly vzorky opět vyprány v horké a studené vodě a neutralizovány v lázni s 5 ml/l kyseliny octové (CH_3COOH). Dále byly vyždímány a zasušeny v sušárně při teplotě 60 °C.

2.6 Step dyeing

Pro porovnání vytahování materiálů při různých teplotách byla aplikována technologie zvaná „Step dyeing“. Na toto barvení byla použita receptura pro 4% trichromatické vybarvení šedého odstínu.

Od každého materiálu bylo nastříháno 11 vzorků, které byly vloženy do patron s lázněmi pro vybarvení výše zmíněného odstínu. Technologie byla nastavena na barvení při 135 °C po dobu 60 minut, avšak s gradientem 1 °C/min. Dvojice vzorků Suede a Suede bio byla postupně vytahována při různých teplotách a po dosažení 135 °C v různých časech (viz. Technologie barvení). Vzorky byly dále vyprány ve vroucí vodě s pracím prostředkem, opláchnuty a zasušeny.

Technologie barvení:



3. Měření barevnosti

Vzorky obarvené při 135 °C a 120 °C, zasušené a vytemperované, byly změřeny z líce i z rubu spektrofotometrem firmy Datacolor a koloristickým programem Helios 3.1. Spektrofotometr byl před měřením kalibrován pomocí černého a bílého standardu na průměr měření 9 mm.

Každý vzorek byl přeložen tak, aby neprosvítal, poté položen na černou kartónovou podložku a umístěn do spektrofotometru. Měření bylo realizováno na třech různých místech, jejichž hodnoty se zprůměrovaly. Toto měření bylo vždy provedeno dvakrát na líci a dvakrát na rubu.

Výstupem těchto měření byly odchylky v systému CIELab dL^* , da^* a db^* pod denním světlem D65/10.



Obrázek 17 – Spektrofotometr firmy Datacolor (Huntsman CoE)

4. Testování světlostálosti dle normy ISO 105-B06:2004

Tato norma se zabývá testováním stálobarevnosti a stárnutí na umělém světle při vysoké teplotě s xenonovou výbojkou.

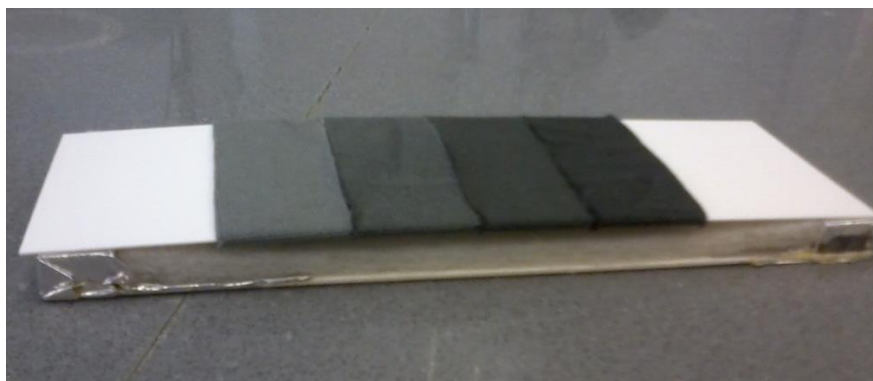
4.1 Vznik normy

Tato norma vznikla na základě testování nazývaného též „FAKRA“. Tento název vznikl z německého „Fachausschuss Kraftfahrzeuge im DIN (Deutsches Institut für Normung e. V.)“, což v překladu znamená odborný výbor pro motorová vozidla v Německém institutu pro normy. Výsledkem byla norma DIN 75202, která vznikla v roce 1984. Později byla zrušena a nahrazena ISO 105-B06. Tato norma byla v mnoha věcech neuspokojivá a obsahovala několik dalších testovacích metod, tudíž se výbor „FAKRA“ a Německý automobilový průmysl rozhodli založit mnohem stručnější směrnici, která byla publikována v roce 2000 pod názvem VDA 75202:2000 (VDA = Verein Deutscher Automobilhersteller, v překladu Sdružení německých výrobců automobilů).

4.2 Příprava vzorků k testování:

Z testovacích vzorků se vyrazí proužky raznicí o rozměrech 600×200 mm a připevní se vždy lícem nahoru pod sebe na bílý kartón o rozměrech 1200×400 mm. Vzorky se přichytí lepicí páskou, vždy ze zadní strany kartónu, aby při zkoušce nedošlo k ovlivňování výsledků. Takto připravené vzorky se vloží do nosičů se zakrytím, aby se mohla ohodnotit osvětlená část vůči neosvětlené, dále s kartónovou podložkou a izolací z polyesterové netkané textilie.

Spolu s testovanými vzorky se testuje také modrá stupnice s referenčními vzorky č. 5-8.



Obrázek 18 – Vzorky připravené k testování

4.2 Průběh a parametry testování

Testování probíhá v Xenotestech v našem případě v Xenotestu Beta. Je to klimatizovaná komora, která je vybavena třemi vzduchem chlazenými xenonovými výbojkami s životností 1500 hodin, filtračním systémem Xenochrom 320, černým standardem, čidlem Xenosensiv a v neposlední řadě pak nosiči na testované vzorky.

Vzorky byly testovány na 1, 3 a 5 cyklů neboli FAKRA. V reálných podmínkách 3 FAKRA odpovídá 1 roku v poušti Kalahari za maximálního slunečního záření. Těmto podmínkám je rovněž přizpůsobeno laboratorní testování.

Osvětlování vzorků dle normy ISO 105-B06 probíhá při záření $60 \pm 2 \text{ W/m}^2$ v rozmezí 300-400 nm. Záření je měřeno a regulováno čidly Xenosensiv. Těmito čidly je dále též regulována a měřena teplota černého standardu na úrovni vzorků, která dosahuje hodnoty $100 \pm 3 \text{ }^\circ\text{C}$. Další parametry, které musí být měřeny a dodrženy, jsou teplota v komoře, která odpovídá $65 \pm 3 \text{ }^\circ\text{C}$ a vlhkost v komoře $20 \pm 10 \text{ } \%$.

Filtrační systém Xenochrome 320 filtruje záření pod hranicí 320 nm. Skládá se z lanterny se třemi absorbéry, 10 filtrů a vnějšího válce.

1 cyklus neboli 1 Fakra je dosažena tehdy, kdy je osvětlená část referenčního vzorku č. 6 na modré stupnici vyšisována v porovnání s neosvětlenou částí do celkové odchylky $dE^*(ab) = 4,3 \pm 0,4$.

Výpočet celkové dávky záření za 1 cyklus v rozmezí 300-400 nm:

$$Q [\text{kJ/m}^2] = E [\text{W/m}^2] \cdot t [\text{h}] \cdot 3,6$$

V našem případě je délka trvání 1 cyklu 60 hodin, tudíž celková dávka záření v tomto rozmezí je:

$$60 [\text{W/m}^2] \cdot 60 [\text{h}] \cdot 3,6 = 12\,960 \text{ kJ/m}^2.$$



Obrázek 19 – Xenotest Beta LM (Huntsman CoE)

5. Mechanické zkoušky

Pro porovnání Suede i Suede bio byly na obou materiálech provedeny i mechanické zkoušky, a to „Zjišťování odolnosti plošných textilií v oděru metodou Martindale“ a „Tahové vlastnosti plošných textilií“

Na tyto mechanické zkoušky byly použity vzorky od obou materiálů obarvené 4% trichromatickým šedým odstínem.

5.1 Martindale

Tento test vychází z normy ČSN EN ISO 12947-2:1998 a jak už bylo popsáno výše, zjišťuje odolnost plošných textilií v oděru, a to zkoumáním poškození vzorku. Poškození vzorku je dosaženo, pokud jsou u tkanin zcela přerušeny dvě samostatné nitě, u pletenin je přerušena jedna nit a vytvoří se díra, u vlasových textilií je zcela odřen vlas a u netkaných textilií se vytvoří první díra o průměru minimálně 0,5 mm.

5.1.1 Průběh zkoušky

Z obarvených vzorků byly vystřiženy kruhy o průměru 38 mm a upevněny s pěnovou podložkou do držáku vzorků odíracího přístroje lícem dolů. Tyto vzorky byly vystaveny přítlaku 12 kPa závažím o hmotnosti 795 ± 7 g a odírány pohybem standardní odírací textilií o průměru 140 mm s plstěnou podložkou. Bylo sledováno celkové odření vlasu, míra probarvení vzorků a poškození vzorku vytvořením díry.

Vzorky byly odírány s intervalem 5000 otáček. Po každém intervalu se vzorky prohlédly, zda došlo k jejich poškození.



Obrázek 20 - Oděrací přístroj (Huntsman CoE)

5.2 Tahové vlastnosti plošných textilií

Další mechanická zkouška, která byla provedena, bylo „Zjišťování maximální síly a tažnosti při maximální síle pomocí metody Strip“. Tato zkouška byla uskutečněna dle normy ČSN EN ISO 13934-1.

5.2.1 Průběh zkoušky

Tento test byl realizován na zkušebním přístroji s konstantním přírůstkem prodloužení (CRE), což je trhací přístroj vybavený dvojicí svorek, z nichž jedna je pevná a druhá se pohybuje konstantní rychlostí po celou dobu zkoušky.

Z každého materiálu byly vystřiženy 2 zkušební vzorky v podélném směru (po sloupku) o šířce 50 mm a délce nejméně 200 mm, což je upínací délka vzorku. Na trhacím přístroji byla nastavena rychlost posuvu, a to rychlost protažení 50 %/min a rychlost prodloužení 100 mm/min. Zkušební vzorek byl upnut do čelistí trhacího stroje a napínán při konstantní rychlosti do přetržení. Byla zaznamenána maximální síla a tažnost při maximální síle, a dále síla při přetrhu a tažnost při přetrhu.



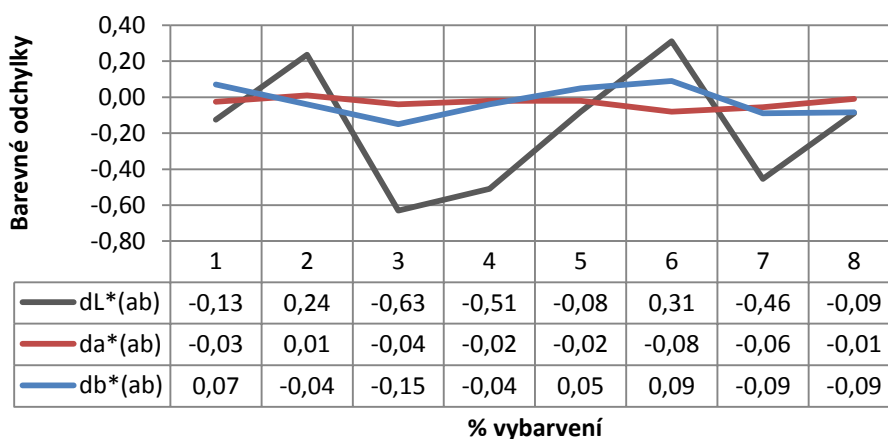
Obrázek 21 – Trhací přístroj (Huntsman CoE)

6. Výsledky experimentální části

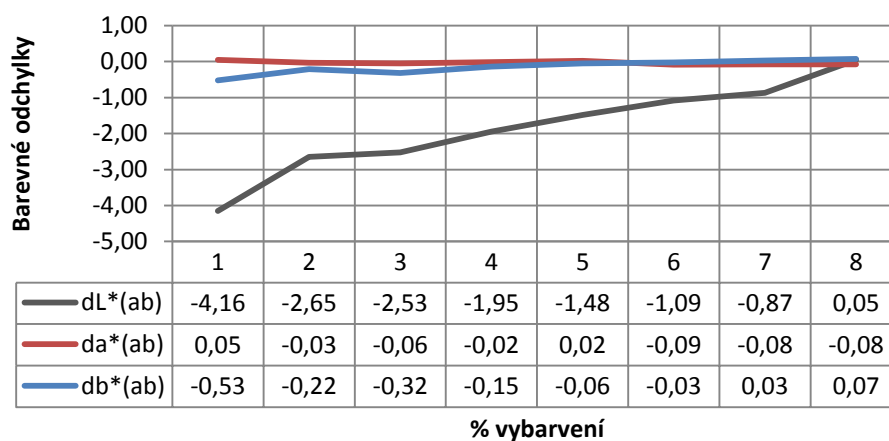
6.1 Porovnání barevnosti

Hlavním cílem této práce bylo porovnat barvitelnost obou materiálů. Pomocí spektrofotometru byly dvakrát naměřeny vzorky obarvené při 135 °C a 120 °C z líce i z rubu a zjištěny barevné odchylky, které byly zprůměrovány a zaneseny do grafů.

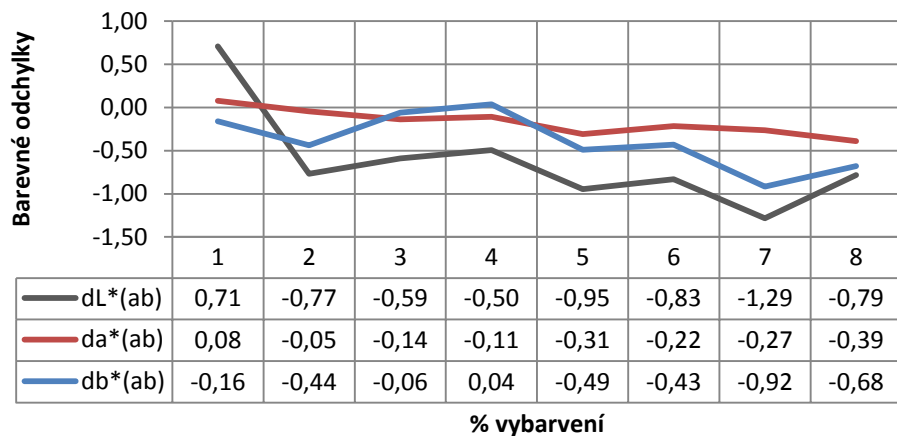
**Barevné odchylky Suede Bio vůči Suede - Typové
vybarvení (135 °C) - Líc**



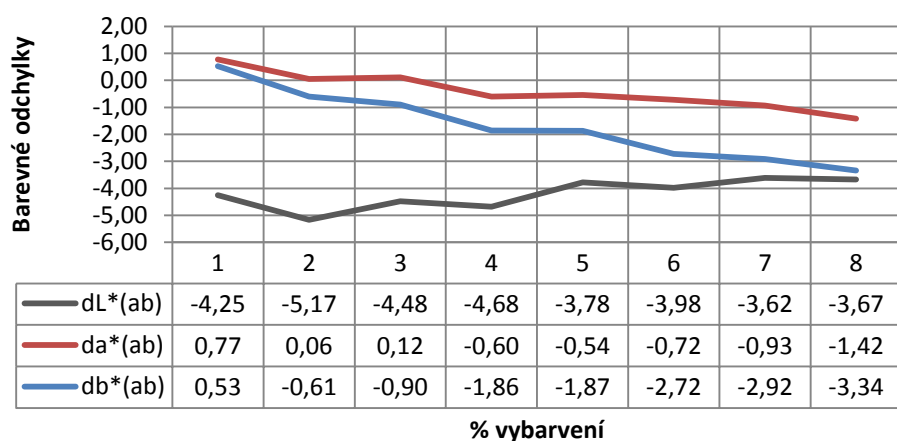
**Barevné odchylky Suede Bio vůči Suede - Typové
vybarvení (135 °C) - Rub**



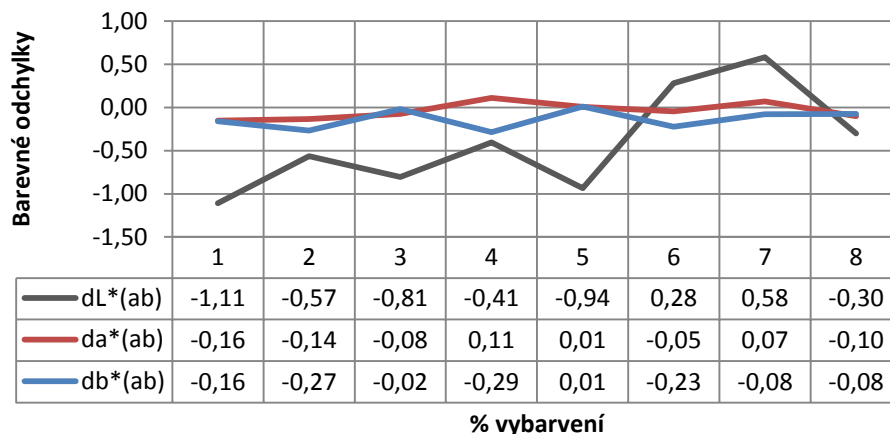
**Barevné odchylky Suede Bio vůči Suede - Trichromatické
vybarvení béžového - hnědého odstínu (135 °C) - Líc**



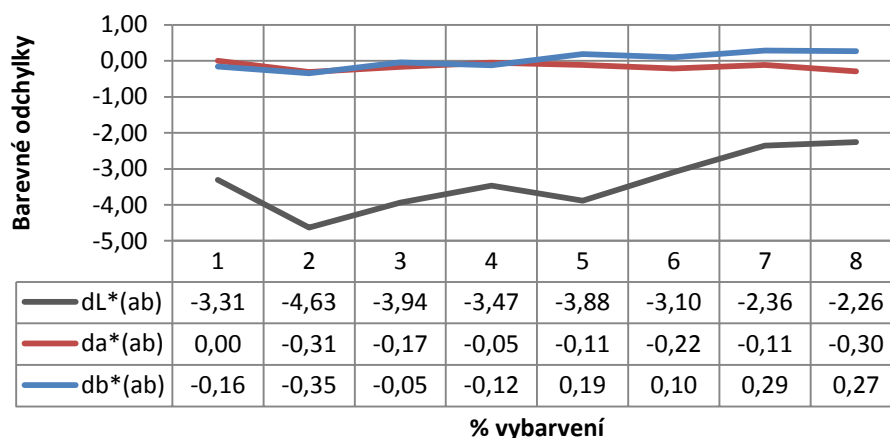
**Barevné odchylky Suede Bio vůči Suede - Trichromatické
vybarvení béžového - hnědého odstínu (135 °C) - Rub**



Barevné odchylky Suede Bio vůči Suede - Trichromatické vybarvení šedého - antracitového odstínu (135 °C) - Líc



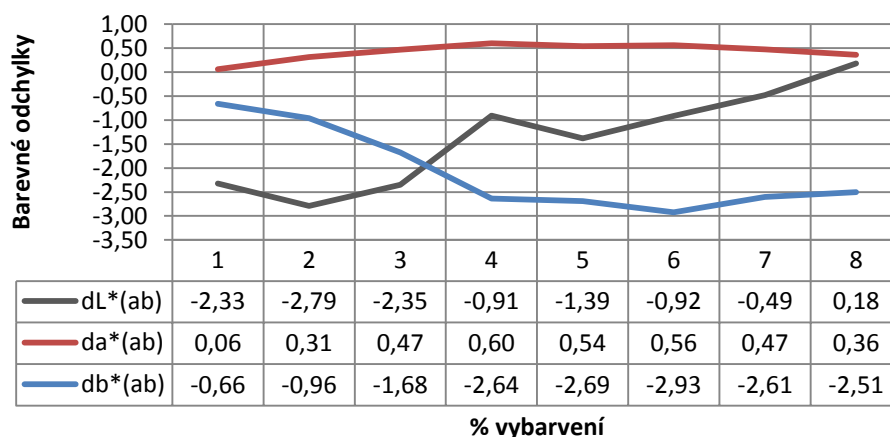
Barevné odchylky Suede Bio vůči Suede - Trichromatické vybarvení šedého - antracitového odstínu (135 °C) - Rub



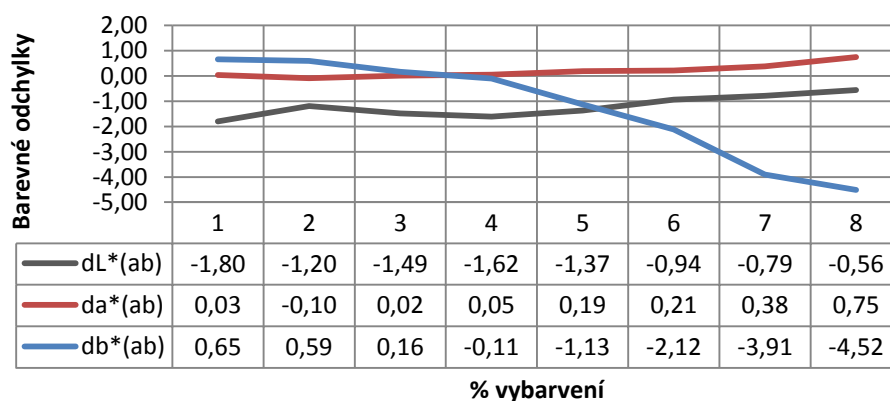
Z barevných odchylek a grafů můžeme vyčíst, že porovnání líců Suede Bio vůči Suede obarvených při 135 °C nevykazují žádné výrazné barevné rozdíly. Pouze u béžového - hnědého odstínu můžeme zaznamenat, že s vyšším procentem vybarvení roste posun na ose a^* do zelené a na ose b^* do modré oblasti. Vyšší hodnoty odchylek můžeme vidět na osách L^* , avšak to se dá přičíst vlasové úpravě materiálu a tudíž nepřesnosti měření.

Ruby materiálů též vykazují větší barevné odchylky na ose L^* ať už měřením či vizuálním hodnocením. U Suede Bio se rub jeví stejnoměrněji vybarvený, kdežto u rubu Suede dochází k nesteroměrnosti vybarvení.

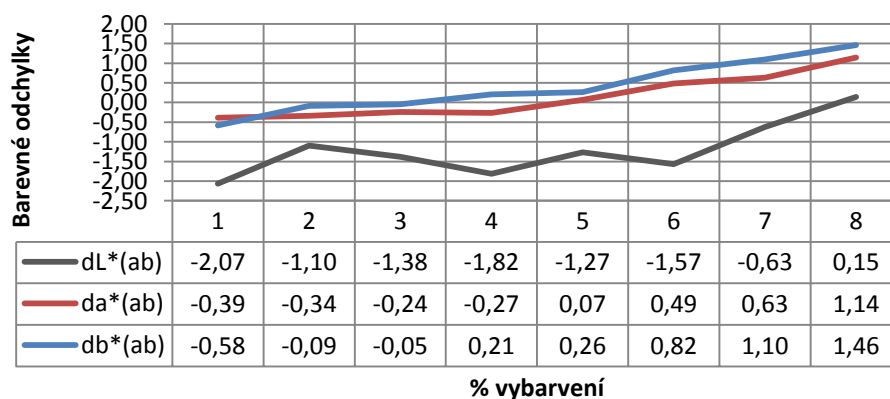
**Barevné odchylky Suede Bio 120 °C vůči 135 °C - Typové
vybarvení - Líc**



**Barevné odchylky Suede Bio 120 °C vůči 135 °C -
Trichromatické vybarvení béžového - hnědého odstínu -
Líc**



**Barevné odchylky Suede Bio 120 °C vůči 135 °C -
Trichromatické vybarvení šedého - antracitového
odstínu - Líc**



Výstupy těchto dalších porovnání jsou barevné odchylky materiálu Suede bio barveného při 135°C a 120°C. Už při vizuálním hodnocení bylo zaznamenáno, že Suede bio barvený při 120°C vykazuje značné rozdíly v porovnání se vzorky barvenými při 135°C.

Typové vybarvení při 120 °C se liší od vybarvení při 135 °C větší tmavostí, kdy největší odchylky dosahuje při 1% vybarvení a s vyššími procenty se pak postupně snižuje. 8% vybarvení dosahuje už minimální odchylky dL^* . Vzorky se též liší od standardního vybarvení větší červeností, která dosahuje nejvyššího bodu ve 4% vybarvení a modrostí, která se úměrně vyšším procentem vybarvení také zvyšuje.

V trichromatickém vybarvení béžového-hnědého odstínu jsou rozdíly také značné. Vzorky vybarvené při 120 °C jsou též tmavší a červenější, ale oproti typovému vybarvení, červenost se projevuje až od 5% vybarvení. Jinak to je s odchylkami na ose b^* , kdy jsou 1% a 2% vybarvení žlutější a další dvě mají odchylky minimální, tudíž se moc neliší od standardního vybarvení. Skok nastává od 5% vybarvení, kdy jsou vzorky naopak modřejší. Modrost se silně zvyšuje až do 8% vybarvení.

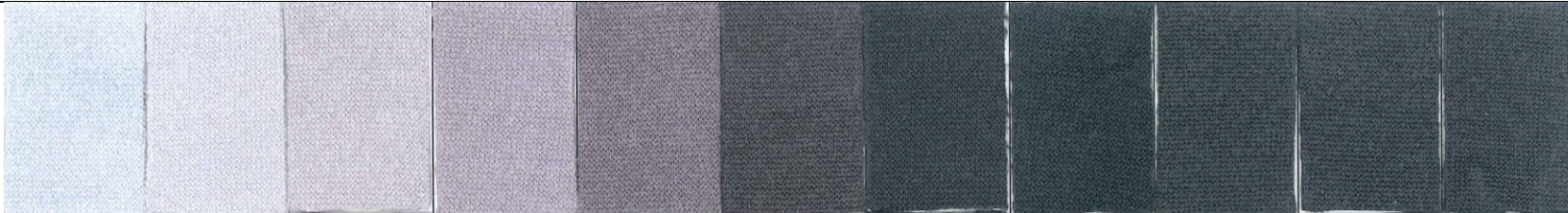
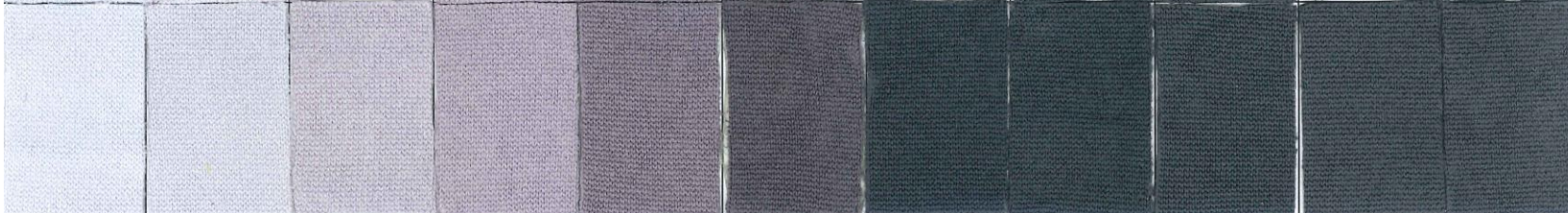
U trichromatického vybarvení šedého-antracitového odstínu jsou odchylky v tmavosti skoro stejné jako u typového vybarvení. Na osách a^* a b^* se však objevují skoky jak ze zelené oblasti do červené, tak z modré do žluté. Na ose a^* dochází k přechodu u 5% a na ose b^* už u 2 a 3% vybarvení, u kterých je odchylka prakticky nulová.

6.2 Step dyeing

Porovnání materiálů barvením „step dyeing“ bylo pouze vizuální, ne kolorimetrické. Ačkoliv nejsou výstupem hodnoty barevných odchylek, odlišnosti jsou viditelné pouhým okem. Hlavním cílem tohoto barvení bylo zjistit, jak se barvy, obsažené v tomto odstínu, natahují na příslušné materiály v závislosti na čase a teplotě. Rozdíly můžeme vidět již při 70 °C, kdy Suede natahuje pouze modrou barvu, ale o to větší podíl než u Suede bio, kde se přidává už i červená.

Přechod nastává při 80 °C, kdy se na Suede začíná natahovat červená a při 90 °C i žlutá barva. Opakem je materiál Suede bio, na který se při 80 °C navazuje více modré barvy než u Suede. Přestože během dalších stupňů Celsia převažuje u obou materiálů červenost, Suede bio nese více modrosti než Suede.

Skok je viditelný u obou při 130 °C, kdy se na Suede bio naváže veškerá modrá barva, kdežto na Suede pouze z velké části. Zbytek modrosti se projevuje až při 135 °C. V těchto bodech, kdy oba dva materiály pojal veškerou červenou a modrou, začíná převahu modrosti snižovat žlutá barva, která se zcela vytáhne po 40 minutách barvení při 135 °C. Po tomto čase zůstává odstín neměnný.

Vytažení Suede											
Vytažení Suede bio											
Teplota [°C]	70	80	90	100	110	120	130	135	135	135	135
Čas [min]	30	40	50	60	70	80	90	95	115	135	155

Obrázek 22, Tabulka 14 – Vzorky obarvené metodou „stepdyeing“ s teplotami a časy jejich vytažení



6.3 Stálosti na světle

6.3.1 Testování na 1 cyklus



Vzorky testované na 1 cyklus byly hodnoceny vizuálně pomocí jedné ze tří modrých stupnic osvícených spolu se vzorky. Jelikož modré stupnice používané pro toto testování obsahují pouze referenční standardy č. 5-8, hodnocení vzorků probíhá též v rámci těchto 4 stupňů. Jak už bylo řečeno, vlněné etalony jsou obarvené barvivy s odlišnými stálostmi na světle. Stupeň 8 má stálost nejvyšší, tudíž se u tohoto referenčního vzorku neobjevuje žádný vizuální rozdíl mezi osvícenou a neosvícenou částí. Hodnocení tedy probíhalo tak, že testované vzorky byly porovnávány vůči modré stupnici a byl posuzován stupeň jejich blednutí. Kromě toho byla spektrofotometrem naměřena barevná změna odstínu, (hodnoty da*, db*).

Hodnocení vzorků:



Tabulka 15 – Suede – Typové vybarvení

Popis vzorku	Stupeň blednutí	Barevná změna odstínu		Otestované vzorky
		da	db	
1 %	7-8	-0,48	-0,40	
2 %	7-8	-0,45	-0,66	
3 %	7-8	-0,40	-0,39	
4 %	7-8	-0,25	-0,51	
5 %	7-8	-0,27	-0,43	
6 %	7-8	-0,29	-0,21	
7 %	7-8	-0,28	-0,33	
8 %	7-8	-0,22	-0,30	



Tabulka 16 – Suede bio – Typové vybarvení

Popis vzorku	Stupeň blednutí	Barevná změna odstínu		Otestované vzorky
		da	db	
1 %	7-8	-0,39	-0,42	
2 %	>7	-0,48	-0,43	
3 %	<u>7</u> -8	-0,37	-0,33	
4 %	>7	-0,55	0,07	
5 %	7-8	-0,30	-0,25	
6 %	7-8	-0,19	-0,42	
7 %	7-8	-0,29	-0,35	
8 %	7-8	-0,22	-0,21	



Tabulka 17 – Suede – Trichromatické vybarvení – šedý-antracitový odstín

Popis vzorku	Stupeň blednutí	Barevná změna odstínu		Otestované vzorky
		da	db	
1 %	7-8	-0,34	-0,25	
2 %	7-8	-0,57	-0,26	
3 %	7-8	-0,58	0,02	
4 %	7-8	-0,56	0,00	
5 %	7-8	-0,55	0,11	
6 %	7-8	-0,51	0,09	
7 %	7-8	-0,51	0,16	
8 %	7-8	-0,44	0,12	



Tabulka 18 – Suede bio – Trichromatické vybarvení - šedý-antracitový odstín

Popis vzorku	Stupeň blednutí	Barevná změna odstínu		Otestované vzorky
		da	db	
1 %	7-8	-0,43	-0,49	
2 %	7-8	-0,51	-0,10	
3 %	7-8	-0,55	-0,20	
4 %	7-8	-0,50	0,10	
5 %	7-8	-0,48	0,01	
6 %	7-8	-0,51	0,13	
7 %	7-8	-0,47	0,04	
8 %	7-8	-0,44	0,12	

Tabulka 19 - Suede - Trichromatické vybarvení – béžový-hnědý odstín

Popis vzorku	Stupeň blednutí	Barevná změna odstínu		Otestované vzorky
		da	db	
1 %	7-8	-0,49	-0,35	
2 %	7-8	-0,83	-0,59	
3 %	7-8	-0,77	0,03	
4 %	7	-0,79	0,20	
5 %	7-8	-0,83	-0,08	
6 %	7-8	-0,80	0,09	
7 %	7-8	-0,69	0,22	
8 %	7-8	-0,50	0,08	

Tabulka 20 - Suede bio - Trichromatické vybarvení - béžový-hnědý odstín

Popis vzorku	Stupeň blednutí	Barevná změna odstínu		Otestované vzorky
		da	db	
1 %	7-8	-0,61	-0,44	
2 %	7-8	-0,80	-0,15	
3 %	<u>7</u> -8	-0,60	0,28	
4 %	7-8	-0,71	0,01	
5 %	<u>7</u> -8	-0,66	0,25	
6 %	7-8	-0,76	0,04	
7 %	7-8	-0,56	0,65	
8 %	7-8	-0,53	0,62	





Obrázek 23 - Modrá stupnice po 1 cyklu osvětlení

6.3.2 Testování na 3 a 5 cyklů



Vzorky testované na 3 a 5 cyklů nebyly hodnoceny dle modré stupnice, nýbrž dle stupnice šedé pro hodnocení stupně změny odstínu. Stupeň blednutí byl zjišťován jak kolorimetricky tak vizuálně, přičemž vizuální hodnocení je přednější. Též byly naměřeny barevné odchylky mezi osvětlenou a neosvětlenou částí vzorku.

Hodnocení vzorků po 3 cyklech:



Tabulka 21 – Suede – Typové vybarvení

Popis vzorku	Stupeň blednutí	Barevná změna odstínu		Otestované vzorky
		da	db	
1 %	3-4	0,16	-1,39	
2 %	3-4	-0,01	-1,10	
3 %	3-4	-0,16	-1,01	
4 %	4	-0,25	-0,60	
5 %	4	-0,28	-0,70	
6 %	4-5	-0,28	-0,63	
7 %	>4	-0,26	-0,51	
8 %	4-5	-0,25	-0,47	


Tabulka 22 – Suede bio – Typové vybarvení

Popis vzorku	Stupeň blednutí	Barevná změna odstínu		Otestované vzorky
		da	db	
1 %	3-4	-0,06	-1,03	
2 %	3-4	-0,25	-1,26	
3 %	3-4	-0,14	-0,81	
4 %	4	-0,21	-0,67	
5 %	4-5	-0,15	-0,72	
6 %	4-5	-0,32	-0,54	
7 %	4-5	-0,40	-0,52	
8 %	4-5	-0,34	-0,48	


Tabulka 23 – Suede – Trichromatické vybarvení - šedý-antracitový odstín

Popis vzorku	Stupeň blednutí	Barevná změna odstínu		Otestované vzorky
		da	db	
1 %	<4	-0,12	-0,10	
2 %	3-4	-0,35	-0,05	
3 %	<4	-0,48	0,18	
4 %	4	-0,44	0,33	
5 %	>4	-0,52	0,32	
6 %	>4	-0,56	0,46	
7 %	4-5	-0,45	0,38	
8 %	4-5	-0,44	0,54	


Tabulka 24 – Suede bio – Trichromatické vybarvení - šedý-antracitový odstín

Popis vzorku	Stupeň blednutí	Barevná změna odstínu		Otestované vzorky
		da	db	
1 %	4	-0,20	-0,12	
2 %	>4	-0,23	-0,14	
3 %	4	-0,23	0,07	
4 %	>4	-0,27	0,40	
5 %	4	-0,43	0,30	
6 %	>4	-0,52	0,26	
7 %	<u>4</u> -5	-0,47	0,54	
8 %	4-5	-0,42	0,59	

Tabulka 25 – Suede – Trichromatické vybarvení - béžový-hnědý odstín



Popis vzorku	Stupeň blednutí	Barevná změna odstínu		Otestované vzorky
		da	db	
1 %	>4	-0,93	-0,66	
2 %	4	-1,22	-0,41	
3 %	<4	-1,34	-0,08	
4 %	3-4	-1,41	0,19	
5 %	<4	-1,25	0,47	
6 %	3- <u>4</u>	-1,40	0,64	
7 %	<4	-1,27	0,96	
8 %	4	-1,03	1,26	

Tabulka 26 – Suede bio – Trichromatické vybarvení - béžový-hnědý odstín



Popis vzorku	Stupeň blednutí	Barevná změna odstínu		Otestované vzorky
		da	db	
1 %	4	-0,81	-0,67	
2 %	4	-1,09	-0,28	
3 %	4	-1,34	0,05	
4 %	4	-1,50	0,40	
5 %	4	-1,40	0,56	
6 %	<4	-1,48	0,72	
7 %	<4	-1,20	1,37	
8 %	<4	-1,22	1,09	

Hodnocení vzorků po 5 cyklech:



Tabulka 27 – Suede – Typové vybarvení

Popis vzorku	Stupeň blednutí	Barevná změna odstínu		Otestované vzorky
		da	db	
1 %	>2	1,91	-1,97	
2 %	2-3	1,83	-1,43	
3 %	3	1,40	-1,34	
4 %	>3	0,97	-0,88	
5 %	3-4	0,58	-0,89	
6 %	3-4	0,45	-0,72	
7 %	<4	0,33	-0,69	
8 %	>4	0,24	-0,73	


Tabulka 28 – Suede bio – Typové vybarvení

Popis vzorku	Stupeň blednutí	Barevná změna odstínu		Otestované vzorky
		da	db	
1 %	2-3	0,90	-1,67	
2 %	2-3	1,12	-1,26	
3 %	<3	1,10	-1,18	
4 %	3-4	0,87	-0,83	
5 %	3-4	0,54	-0,95	
6 %	<4	0,39	-0,82	
7 %	4	0,30	-0,68	
8 %	>4	0,11	-0,73	



Tabulka 29 – Suede – Trichromatické vybarvení šedý-antracitový odstín

Popis vzorku	Stupeň blednutí	Barevná změna odstínu		Otestované vzorky
		da	db	
1 %	<3	1,28	0,34	
2 %	<3	1,43	0,22	
3 %	3	1,55	0,12	
4 %	>3	1,03	0,48	
5 %	3	1,72	0,76	
6 %	<3	1,69	0,89	
7 %	3	1,49	0,86	
8 %	>3	1,11	0,86	



Tabulka 30 – Suede bio – Trichromatické vybarvení šedý-antracitový odstín

Popis vzorku	Stupeň blednutí	Barevná změna odstínu		Otestované vzorky
		da	db	
1 %	<u>3</u> -4	0,84	0,36	
2 %	>3	1,02	0,37	
3 %	3	1,17	0,25	
4 %	>3	1,14	0,46	
5 %	>3	1,16	0,77	
6 %	3	1,00	0,75	
7 %	>3	0,87	0,77	
8 %	3-4	0,55	0,95	

Tabulka 31 – Suede – Trichromatické vybarvení - béžový-hnědý odstín

Popis vzorku	Stupeň blednutí	Barevná změna odstínu		Otestované vzorky
		da	db	
1 %	3- <u>4</u>	-0,77	-1,46	
2 %	3-4	-0,80	-0,87	
3 %	<u>3</u> -4	-1,00	-0,30	
4 %	3-4	-1,08	0,26	
5 %	3	-0,96	0,64	
6 %	2-3	-1,02	1,16	
7 %	2-3	-0,75	1,75	
8 %	3	-0,75	2,15	

Tabulka 32 – Suede bio – Trichromatické vybarvení - béžový-hnědý odstín

Popis vzorku	Stupeň blednutí	Barevná změna odstínu		Otestované vzorky
		da	db	
1 %	3-4	-0,90	-1,00	
2 %	3-4	-1,04	-0,31	
3 %	3-4	-1,26	0,00	
4 %	3-4	-0,84	0,84	
5 %	3	-1,04	0,69	
6 %	2-3	-0,90	1,56	
7 %	2-3	-0,72	2,30	
8 %	2-3	-0,48	2,34	

Porovnání vzorků Suede a Suede bio po 1 cyklu testování nevykazují u stupně blednutí žádné rozdíly. U naměřených barevných odchylek se větší barevné difference mezi materiály občas objeví, avšak vizuálně se jeví prakticky stejně, tudíž to můžeme připisat nepřesnosti měření vzhledem k vlasové úpravě materiálu. Jelikož byly vzorky osvětleny pouze na 1 cyklus, nepředpokládá se, že by zde byly viditelnější difference, i když se jedná o 2 materiály odlišného složení.

Po 3 cyklech jsou vidět menší rozdíly ve stupni blednutí. Lepší hodnocení u některých vzorků má materiál Suede bio, avšak barevnost exponovaných částí vzorků se opět radikálně neliší.

Po 5 cyklech jsou už odlišnosti mezi oběma materiály větší. Stupeň blednutí je dle hodnocení šedé stupnice opět u některých vzorků vyšší, tedy lepší, u materiálu Suede bio, a i když se jedná maximálně o půl stupně, rozdíly jsou rozpoznatelné. Da* a db* hodnoty se také v některých případech liší.

První tři vzorky Suede bio s typovým vybarvením jsou po osvětlení méně červenější a méně modřejší než vzorky Suede.

U trichromatického vybarvení šedého-antracitového odstínu jsou viditelné barevné odlišnosti také na ose a^* , ale už ve všech koncentracích. U Suede bio jsou odchylky opět méně do červena než u Suede, a tudíž celkově vzorky vypadají lépe.

U béžového-hnědého odstínu, jsou odchylky u Suede bio v prvních třech koncentracích méně do modra a v ostatních naopak více do žluta.

I když se neukázaly žádné markantní rozdíly mezi materiály, celkově lepší hodnocení vykazuje Suede bio.

6.4 Mechanické zkoušky

6.4.1 Martinedale

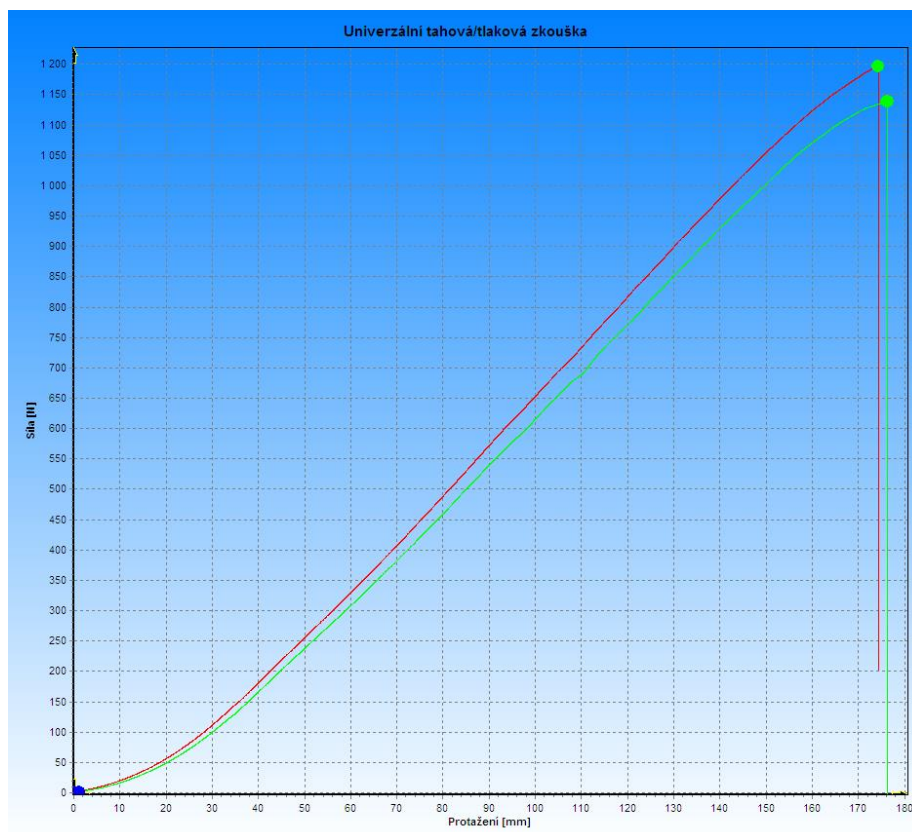
Kruhové vzorky Suede a Suede bio byly odírány až do odření vlasu, obojí po 20 000 otáček. Pro porovnání probarvení byly vzorky odírány i po 30 000 otáček. Zde je vidět, že se materiály v probarvení výrazně neliší.

Jelikož se materiály při zkoušce odírání do odření vlasu nelišily v otáčkách, pro srovnání byly textilie odírány i do poškození samotné pleteniny. U Suede nastalo přerušení první nitě po 140 000 otáčkách a u Suede bio po 110 000 otáčkách. Tudíž vyšší odolnost v oděru vykazuje Suede.

6.4.2 Metoda Strip

Suede	Maximální síla [N]	Tažnost při maximální síle [%]	Síla při přetrhu [N]	Tažnost při přetrhu [%]
1. vzorek	1197,7	85,4	1197,7	85,4
2. vzorek	1139,5	85,7	1138,9	85,7
Střední hodnota	1168,6	85,55	1168,3	85,55

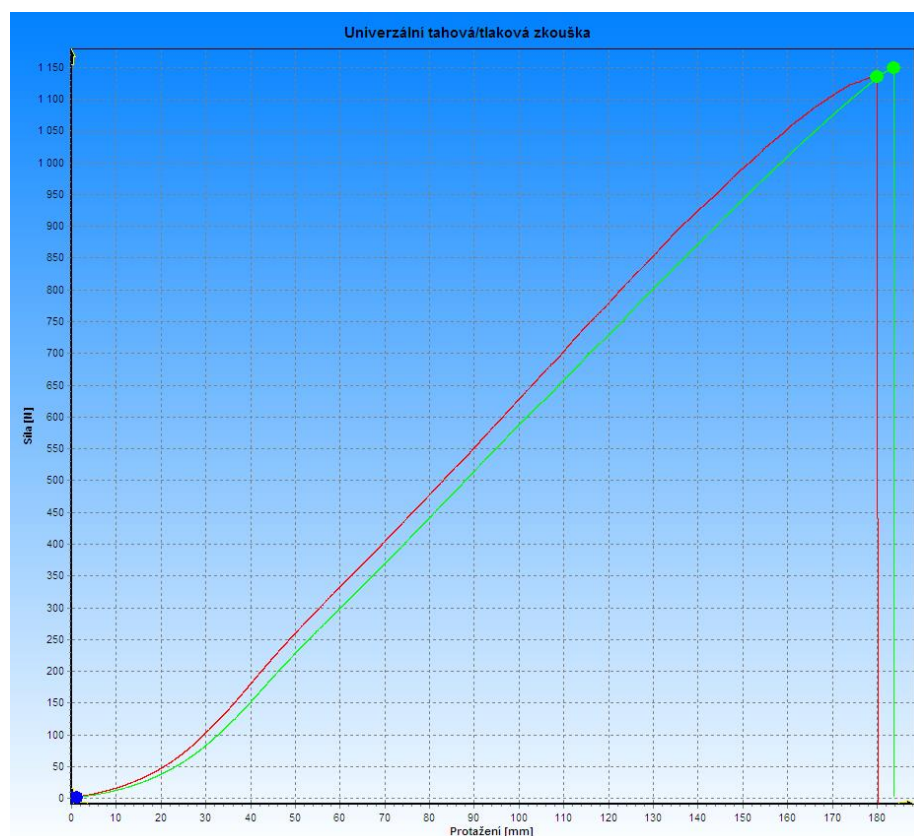
Tabulka 33 - Výsledné hodnoty tahových vlastností Suede



Obrázek 24 – Graf závislosti síly na protažení - Suede

Suede bio	Maximální síla [N]	Tažnost při maximální síle [%]	Síla při přetrhu [N]	Tažnost při přetrhu [%]
1. vzorek	1136,2	88,1	1135,5	88,2
2. vzorek	1150,1	89,2	1149,9	89,2
Střední hodnota	1143,15	88,65	1142,7	88,7

Tabulka 34 – Výsledné hodnoty tahových vlastností Suede bio



Obrázek 25 – Graf závislosti síly na protažení – Suede bio

Testování prokázalo, že nepatrně větší pevnost v tahu vykazuje materiál Suede. Rozdíly jsou však tak minimální, že je není nutno brát v potaz.

ZÁVĚR

Textilie Suede a Suede bio byly porovnány z hlediska barevnosti, světlostalosti a mechanických vlastností. Naměřené hodnoty barevných odchylek obou textilií ukázaly, že při standardní teplotě 135 °C se lícové vybarvení liší pouze ve škále hnědých odstínů. Jelikož je v těchto odstínech poměrově více žluté barvy než u dalších dvou řad, pravděpodobně se podílí na barevných rozdílech mezi Suede a Suede bio. Rubové vybarvení Suede vykazuje nestejnou měrnost oproti Suede bio a též je světlejší.

Výsledky barvení Suede bio při 120 °C ukázaly, že materiál je sice stejnoměrně a egálně vybarvený, přesto se barevně liší od vybarvení při 135 °C. Při 120 °C jsou vzorky tmavší než při standardní teplotě, důvodem může být tzv. prstencové vybarvení, kdy se barvivo drží pouze na povrchu vlákna. Rozdíly na osách a^* a b^* jsou též rozpoznatelné. Odchytky se u každého odstínu i koncentrace liší. Tudíž s ohledem na ochranu vláken při barvení při nižší teplotě, je třeba nastavit odlišné receptury. Jelikož ani barvicí lázně nebyly zcela vytažené, musí se též počítat s určitou ztrátou barviv.

Testování vzorků na světlostalosti bylo provedeno na všech odstínech barvených při 135 °C. Větší rozdíly jsou znatelné po 5 cyklech testování, kdy celkově lepší hodnocení, hlavně v barevných odchylkách, získal materiál Suede bio. Tudíž nahrazení 30 % PES polymerem PLA má v tomto případě pozitivní vliv na stálobarevnost na světle.

Poslední částí porovnání byly mechanické zkoušky (zkouška oděru metodou Martindale a tahové vlastnosti textilií). Vyšší odolnost vůči oděru vykazuje materiál Suede a v tahových vlastnostech jsou materiály prakticky srovnatelné.

Pokud tedy zákazník dá přednost směsi PES/PLA před 100% PES, mohou být doporučeny obě teploty barvení. V návaznosti na tuto práci by dalším předmětem testování byly světlostalosti vzorků obarvených při 120 °C a stálosti v otěrech těchto vzorků.

Citovaná literatura:

- [1] SWICOFIL. *Polyester* [online]. [cit. 2012-11-04]. Dostupné z: <http://www.swicofil.com/pes.html>
- [2] MILITKÝ, Jiří a Vladimír KOVAČIČ. Textilní vlákna: Polyesterová vlákna. In: *Katedra textilních materiálů* [online]. [cit. 2012-11-04]. Dostupné z: http://www.ft.vslib.cz/depart/ktm/files/20080107/TVN_Prednaska_12.pdf
- [3] KRYŠTŮFEK, Jiří a Jakub WIENER. *Barvení textilií I*. Vyd. 1. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2008, s. 93-95. ISBN 978-80-7372-328-6.
- [4] TRICON TREXIM INC. *Polyester yarn* [online]. [cit. 2012-11-04]. Dostupné z: <http://tricontrexim.com/PolyesterYarn.htm>
- [5] MARKLAND, D. *Polyester Textiles: Papers presented at the 9th Shirley International Seminar 10-12 May, 1977: Modern plants for polyester fibre production*. Manchester: Shirley Institute, 1977.
- [6] ILJIN A-TECH. *Take up & Spinning system* [online]. [cit. 2012-11-04]. Dostupné z: <http://www.iljinat.co.kr/products/fiber.htm>
- [7] ALBRECH, Wilhelm. *Polyester Textiles : Papers presented at the 9th Shirley International Seminar 10-12 May, 1977: The mechanical, general physical and thermal characteristics of polyester fibres*. Manchester: Shirley Institute, 1977.
- [8] ZOHDY, Maged H., Mamdouh B. EL HOSSAMY, Abdel Wahab M. EL-NAGGAR, Abeer I. FATHALLA a Nisreen M. ALI. Novel UV-protective formulations for cotton, PET fabrics and their blend utilizing irradiation technique. *European Polymer Journal* [online]. 2009, roč. 45, č.10 [cit. 2012-11-04]. DOI: 10.1016/j.eurpolymj.2009.06.018. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0014305709002821>
- [9] SINGHA, Kunal. Strategies for in Automobile: Strategies for Using Automotive Textiles-Manufacturing Techniques and Applications. *Journal of Safety Engineering* [online]. 2012, roč. 1, č. 1, s. - [cit. 2012-11-04]. Dostupné z: <http://article.sapub.org/10.5923.j.safety.20120101.02.html>
- [10] NATUREWORKS LLC. *Ingeo PLA fiber*

- [11] Sourcing Ingeo: Raw Materials. NATUREWORKS LLC. *NatureWorks LLC* [online]. © 2012 [cit. 2012-11-25]. Dostupné z: <http://www.natureworkslc.com/The-Ingeo-Journey/Raw-Materials>
- [12] GUPTA, Bhuvanesh, Nilesh REVAGADE a Jöns HILBORN. Poly(lactic acid) fiber: An overview. *Progress in Polymer Science* [online]. 2007, roč. 32, č. 4, s. 455-482 [cit. 2012-11-25]. ISSN 00796700. DOI: 10.1016/j.progpolymsci.2007.01.005. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S007967000700007X>
- [13] HUNTSMAN TEXTILE EFFECTS. *INGEO™ PLA (Polylactic acid fiber)*.
- [14] Product & Applications. NATUREWORKS LLC. *NatureWorks LLC* [online]. © 2012 [cit. 2012-11-25]. Dostupné z: <http://www.natureworkslc.com/Product-and-Applications>
- [15] HUNTSMAN TEXTILE EFFECTS (JAPAN). *Dyeing on PLA fiber*.
- [16] KRYŠTŮFEK, Jiří, Jakub WIENER a Dagmar MACHAŇOVÁ. *Barvení textilií II*. Vyd. 1. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2011, s. 109-149. ISBN 978-80-7372796-3.
- [17] LIBRA, Martin, Jan ŠTĚRBA a Ilona BLÁHOVÁ. Fyzikální podstata světla. *Světlo: časopis pro světelnou techniku a osvětlování* [online]. Praha: FCC Public s. r. o, 2000, č. 4 [cit. 2012-11-04]. ISSN 1212-0812. Dostupné z: http://www.odbornecasopisy.cz/index.php?id_document=22854
- [18] OTÁHALOVÁ, Lenka. Teorie barev. *AZ Reprodukce Barev* [online]. [cit. 2012-11-04]. Dostupné z: <http://www.reprodukce-barev.org/?menu=3>
- [19] HUNTERLAB. *Basics of Color Perception and Measurement* [online]. 2001 [cit. 2012-11-04]. Dostupné z: <http://www.hunterlab.com/pdf/color.pdf>
- [20] DATACOLOR. *Datacolor industrial products* [online]. [cit. 2012-11-04]. Dostupné z: <http://industrial.datacolor.com/products/>
- [21] TEXTILNÍ ZKUŠEBNÍ ÚSTAV. *Stálobarevnost textilních výrobků* [online]. 2008 [cit. 2012-11-04]. Dostupné z: http://www.tzu.cz/get_dokument.php?ID=143
- [22] HUNTSMAN TEXTILE EFFECTS. *Dyeing on PLA fiber*.